LA PDA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS EN EL PROCESO VALORATIVO DEL ESTUDIANTE

SEBASTIÁN GÓMEZ MORALES
PAOLA ANDREA LUNA MORENO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2005

LA PDA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS EN EL PROCESO VALORATIVO DEL ESTUDIANTE

SEBASTIÁN GÓMEZ MORALES
PAOLA ANDREA LUNA MORENO

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero de Sistemas

Directora
MARTHA VITALIA CORREDOR
Ingeniera de Sistemas, Ph.D.

Co-Director
HERNAN PORRAS
Ingeniero Civil, Ph.D.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2005

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE			**CÓDIGO**
SEBASTIÁN GÓMEZ MORALES			1991130
TÍTULO DEL PROYECTO: LA PDA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS EN EL PROCESO VALORATIVO DEL ESTUDIANTE			
REGISTRO No. 05 11 41	FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
CALIFICACIÓN: APROBADO			CRÉDITOS ////

DIRECTOR DEL PROYECTO:

NOMBRE:	FIRMA:
MARTHA VITALIA CORREDOR MONTAGUTH	

CALIFICADORES:

		FECHA AÑO MES DIA
JORGE HERRERA CASTILLO	SERGIO F. CASTILLO CASTELBLANCO	2005 09 13

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE			**CÓDIGO**
SEBASTIÁN GÓMEZ MORALES			1991130
TÍTULO DEL PROYECTO: LA PDA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS EN EL PROCESO VALORATIVO DEL ESTUDIANTE			
REGISTRO No. 05 11 41	FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
CALIFICACIÓN: CUATRO.SIETE (4.7)			CRÉDITOS 15

DIRECTOR DEL PROYECTO:

NOMBRE:	FIRMA:
MARTHA VITALIA CORREDOR MONTAGUTH	

CALIFICADORES:

		FECHA AÑO MES DIA
JORGE HERRERA CASTILLO	SERGIO F. CASTILLO CASTELBLANCO	2005 09 13

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE PAOLA ANDREA LUNA MORENO			**CÓDIGO** 1991136
TÍTULO DEL PROYECTO: LA PDA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS EN EL PROCESO VALORATIVO DEL ESTUDIANTE			
REGISTRO No. 05 11 41	FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
CALIFICACIÓN: APROBADO			CRÉDITOS ////

DIRECTOR DEL PROYECTO:

NOMBRE: MARTHA VITALIA CORREDOR MONTAGUTH	FIRMA:

CALIFICADORES:

JORGE HERRERA CASTILLO	SERGIO F. CASTILLO CASTELBLANCO	FECHA AÑO MES DIA 2005 09 13

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE PAOLA ANDREA LUNA MORENO			**CÓDIGO** 1991136
TÍTULO DEL PROYECTO: LA PDA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS EN EL PROCESO VALORATIVO DEL ESTUDIANTE			
REGISTRO No. 05 11 41	FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
CALIFICACIÓN: CUATRO.SIETE (4.7)			CRÉDITOS 15

DIRECTOR DEL PROYECTO:

NOMBRE: MARTHA VITALIA CORREDOR MONTAGUTH	FIRMA:

CALIFICADORES:

JORGE HERRERA CASTILLO	SERGIO F. CASTILLO CASTELBLANCO	FECHA AÑO MES DIA 2005 09 13

“Las ideas no duran mucho. Hay que hacer algo con ellas”

Santiago Ramón y Cajal (médico español)

“No hay ninguna persona en lugar alguno, que no sea capaz de hacer más de lo que piensa que puede hacer”

Henry Ford (industrial estadounidense)

“Si haces lo que siempre has hecho,
nunca llegarás mas allá de donde siempre has llegado”

Anónimo

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 3

ETAPA 1: PRELIMINARES

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS 6
    1.1 UN VISTAZO A LA COMPUTACIÓN MÓVIL 6
        1.1.1 Introducción a lo Móvil e Inalámbrico 6
        1.1.2 Dispositivos Móviles 12
        1.1.3 Sistemas Operativos (Middleware) 20
        1.1.4 Herramientas y Software de desarrollo Disponible 24
        1.1.5 Tipos de Aplicaciones 27
        1.1.6 Conduits 29
    1.2 TECNOLOGÍA EMPLEADA 30
        1.2.1 Software de Desarrollo 31
        1.2.2 Sistema Operativo del Dispositivo Móvil 34
        1.2.3 Hardware 35
        1.2.4 Manejo y Almacenamiento de Datos 37
            1.2.4.1 Conduit 37
            1.2.4.2 Base de Datos 40
            1.2.4.3 Servidor Web 41
    1.3 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS 41
    1.4 ESTADO DEL ARTE-COMPUTACION MOVIL EN LA EDUCACIÓN 49
        1.4.1 En el Mundo 49
        1.4.2 En Colombia 59
2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE 62
    2.1 ESCOGENCIA DEL MODELO 62
    2.2 EL MODELO INCREMENTAL 69
    2.3 EL LENGUAJE DE MODELADO 75

ETAPA 2: DESARROLLO

3. DESARROLLO DEL SOFTWARE 77

3.1 PREPARACIÓN 77

3.1.1 Definición del Problema 77

3.1.2 Objetivos 79

3.1.3 Justificación y Alcance 80

3.1.4 Impacto y Viabilidad 85

3.2 ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS 86

3.2.1 Características del Proceso Educativo UIS 87

3.2.2 Requerimientos del Software 93

3.2.3 Contextualización de los Requerimientos 104

3.3. ARQUITECTURA 106

3.3.1 Vista Conceptual 109

3.3.2 Vista Lógica 112

3.3.3 Vista Física 115

3.4. DISEÑO DETALLADO 117

3.4.1 Módulo de Asignaturas 117

3.4.2 Módulo de Grupos 124

3.4.2 Módulo de Sincronización 129

3.5 IMPLEMENTACIÓN 131

3.5.1 Incremento 1 131

3.5.2 Incremento 2 147

3.5.3 Incremento 3 152

3.6. EVALUACIÓN 166

3.6.1 Prueba de Tiempo de Desarrollo 166

3.6.2 Prueba de Aceptación 166

3.6.3 Prueba de Validación 169

3.7. DOCUMENTACIÓN 172

ETAPA 3: CONCLUSIÓN

4. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS 175
5. CONCLUSIONES 176

RECOMENDACIONES 178
BIBLIOGRAFIA 179
ANEXOS 190

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A: Formato de Entrevista hecha a docentes universitarios. 190
ANEXO B: Direcciones electrónicas para información adicional. 192
ANEXO C: Instalación y configuración del ambiente de desarrollo. 195
ANEXO D: Instalación y Configuración del Software 196

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: Definición, características y Conceptos de diferentes sistemas computacionales
TABLA 2: Estado del Arte de la Computación Móvil
TABLA 3: Comparación de Software de Desarrollo de Conduits
TABLA 4: Comparación entre las Evaluaciones
TABLA 5: Valoración Integral
TABLA 6: Resumen Software Educativo Móvil
TABLA 7: Algunos modelos de ingeniería de software en movilidad
TABLA 8: Tipos de Diagramas UML utilizados
TABLA 9: Vistas en los marcos de referencia
TABLA 10: Lógica de Sincronización de datos
TABLA 11: Cumplimiento de objetivos

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Graffiti
FIGURA 2: Personal Digital Assistants
FIGURA 3: Cradle
FIGURA 4: Parcitipación en el Mercado de Fabricantes de PDAs
FIGURA 5: El PaceBook y sus 3 ‘personalidades’
FIGURA 6: Ubicación de Hubs de la Red Inalámbrica en la UMD
FIGURA 7: Cisco Aironet y HP Jornada 680 Handheld PC
FIGURA 8: Resultados de la encuesta, Acceso al PC y ejemplo de Encuesta
FIGURA 9: Modelo de Espiral
FIGURA 10: Modelo de Prototipado Clásico
FIGURA 11: Representaciones del Modelo de Prototipado Evolutivo
FIGURA 12: Ciclo de Vida Incremental
FIGURA 13: Requerimientos Variables
FIGURA 14: Modelo Incremental (enfoque # 1)
FIGURA 15: Modelo Incremental (enfoque # 2)
FIGURA 16: Modelo Incremental (enfoque # 3)
FIGURA 17: Plan de Trabajo del Modelo Incremental
FIGURA 18: Composición del Sistema
FIGURA 19: Diagrama de Casos de Uso General
FIGURA 20: Diagrama de Clases – Módulo de Sincronización
FIGURA 21: Diagrama de Clases – Módulo de Grupos
FIGURA 22: Diagrama de Clases – Módulo de Asignaturas
FIGURA 23: Diagrama de Despliegue
FIGURA 24: Crear Asignatura
FIGURA 25: Cambio de Contraseña
FIGURA 26: Manejar Estudiantes
FIGURA 27: Manejar Actividades
FIGURA 28: Tomar Asistencia

FIGURA 29: Configurar Asignatura
FIGURA 30: Manejar Contenidos
FIGURA 31: Crear Grupo
FIGURA 32: Crear Proyecto
FIGURA 33: Crear Reuniones
FIGURA 34: Consultar Proyectos
FIGURA 35: Consultar Proyectos
FIGURA 36: Diagrama Entidad/Relación de la Base de Datos 1
FIGURA 37: Acceso al Software en la PDA y pantalla inicial
FIGURA 38: Menú Principal y Cambio de Contraseña
FIGURA 39: Menú de Asignaturas y Creación de Asignatura
FIGURA 40: Configuración de la Asignatura
FIGURA 41: Listado de Estudiantes y Creación de un Estudiante
FIGURA 42: Detalles del Estudiante
FIGURA 43: Asistencia
FIGURA 44: Contenidos
FIGURA 45: Actividades
FIGURA 46: Menú de Grupos, Creación de Nuevo Grupo y Horarios
FIGURA 47: Nuevo Proyecto
FIGURA 48: Detalles del Proyecto
FIGURA 49: Página inicial del software en el PC
FIGURA 50: Menú Principal y Cambio de Contraseña
FIGURA 51: Menú de Asignaturas y Creación de Nueva Asignatura
FIGURA 52: Configuración de la Asignatura: Preferencias del Salón y Horarios
FIGURA 53: Estudiantes: Listado (Menú), Detalles y Edición
FIGURA 54: Actividades: Listado (y Menú) y Calificación
FIGURA 55: Contenidos: Tabla de Contenidos y Transferencia del Programa
FIGURA 56: Contenidos: Tabla de Contenidos y Transferencia del Programa
FIGURA 57: Diagrama Entidad/Relación del Modelo de Datos 2
FIGURA 58: Retardos y Fallas dobles y Nuevo Historial de Asistencia
FIGURA 59: Ventanas de ayuda y Nueva Creación de Asignatura
FIGURA 60: Fechas del Nuevo Tema (Contenido) y Parcelación de los Temas
FIGURA 61: Nueva pestaña “Auxiliar” den Configuración y Cambio de Auxiliar

FIGURA 62: Diagrama Entidad/Relación del Modelo de Datos 3
FIGURA 63: Nuevos Ítems en Asignaturas
FIGURA 64: Nueva Creación de Asignatura
FIGURA 65: Nuevos datos de Estudiantes
FIGURA 66: Avance de la Asignatura y Validación de horas restantes
FIGURA 67: Resumen de las Asignaturas
FIGURA 68: Grupos Internos (Listado, Creación, Calificación, Agregar Alumno).
FIGURA 69: Nuevas clases en Grupos
FIGURA 70: Jerarquía de Clases (y Navegabilidad) de la parte de Asignaturas
FIGURA 71: Jerarquía de Clases (y Navegabilidad) de la parte de Grupos
FIGURA 72: Perfil del Estudiante
FIGURA 73: Gráficas de Datos
FIGURA 74: Manual de Usuario

GLOSARIO

C

Componente[1]**:** Término general para una parte de un sistema software. Los componentes pueden ser unidos para formar nuevos componentes. En las fases de producción, los componentes son implementados como módulos, tareas o programas.

Cradle: Dispositivo donde se coloca el PDA para realizar la sincronización con un ordenador PC o Mac. La mayoría de PDA se venden junto con el cradle de sincronización, que puede disponer de una conexión serie o USB. La sincronización se produce con tan sólo pulsar un botón. Normalmente el cradle actúa también como cargador de la batería interna del PDA.

E

Evaluación[2]**:** (del francés *evaluer*, valorar). Evaluación es la emisión de un juicio respecto de la calidad, el valor o la valía que puede tener una respuesta, producto o desempeño, con base en los criterios establecidos y los estándares del programa. En el campo educativo, la evaluación proporciona al alumno una indicación clara de qué tan bueno es su desempeño.

ETSI[3]**:** European Telecommunications Standards Institute. Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones.

G

Graffiti: Sistema de reconocimiento de la escritura mediante previo aprendizaje por parte del usuario, propio del sistema operativo Palm. El lenguaje Graffiti consta de un conjunto de símbolos más o menos parecidos a las letras del abecedario, que deben conocerse y

---

[1] ANSI/IEEE Std 729-1983. IEEE. Standard Glossary of Software Engineering Terminology.

[2] Alberta Assessment Consortium. "La Valoración en el Salón de Clase". Alberta, Canadá, 2001. www.eduteka.org/tema_mes.php3?TemaID=0014.

[3] www.etsi.org

asimilarse para poderlos introducir uno a uno con el lápiz óptico. Con el sistema Graffiti, un usuario avanzado puede llegar a introducir más de 30 caracteres por minuto.

H

HotSync[4]**:** Nombre con el que Palm denomina indiferentemente al cradle y al conjunto de software necesarios para realizar la sincronización entre el PDA y el ordenador

I

IDC[5]**:** IDC es la principal empresa del mundo en asesoría e inteligencia de mercado. Es el proveedor líder de datos, previsiones y análisis del mercado de tecnología de información. IDC analiza los mercados mundiales y predice las tendencias que tendrán máximo impacto sobre el futuro del e-business, Internet y la tecnología de la información, para ayudar a personas alrededor del mundo a tomar decisiones, diseñar planes y estrategias reales de negocio.

IDE: *Integrated Development Environment,* Entorno Integrado de Desarrollo. No confundir con *Integrated Drive Electronics*, la cual también es conocida con la sigla IDE. Un IDE es un ambiente de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste de un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica de usuario (GUI). Los IDEs pueden ser aplicaciones por sí solas o pueden ser parte de aplicaciones existentes. El lenguaje BASIC, por ejemplo, puede ser usado dentro de las aplicaciones de Microsoft Office, lo que hace posible escribir sentencias BASIC dentro de Microsoft Word. Los IDEs proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de lenguajes de programación, tales como Visual Basic, Java, y PowerBuilder. Los IDEs más usuales son los de construir aplicaciones web, típicamente HTML. Entre estos están HomeSite, DreamWeaver o FrontPage, los cuales automatizan gran cantidad de tareas.

IETF[6]**:** The Internet Engineering Task Force. Algo así como el 'escuadrón' de ingeniería de Internet.

---

[4] www.palmsource.com/palmos/hotsync.html
[5] nordic.idc.com/spain
[6] www.ietf.org

Información[7]**:** Para algunos diccionarios es el "conocimiento adquirido a través de la experiencia o el estudio" para otros es la "comunicación o adquisición de conocimientos". La información consiste en la elaboración de los datos, las señales en bruto que se pueden recoger de los objetos o los fenómenos, para construir el conocimiento. En el ámbito académico, La información es la materia prima que los docentes necesitan para crear conocimientos con los que afrontar las problemáticas que se les van presentando cada día en su entorno educativo.

M

Módulo: Es un componente del sistema que proporciona servicios a otros componentes y normalmente no se puede considerar como parte separada del sistema.

Modelo Lógico[8]**:** Una representación independiente de la forma de implementación, de un proceso de la vida real.

Modelo Físico[9]**:** Una representación dependiente de la forma de implementación, de un proceso de la vida real.

Modelo Pedagógico[10]: Modelos que establecen lineamientos para la definición de logros educativos, contenidos y secuencias. Así mismo, fundamentan las características de las relaciones docentes-saber-estudiante y delimitan el papel de los recursos didácticos que posibilitan el alcance de las metas educativas. Según el Artículo 1° del Acuerdo No. 182 de 1996 del Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander, el modelo pedagógico es un "acuerdo de la comunidad de profesores, estudiantes, directivas y demás servidores de la institución, sobre los principios y la manera de ejecutar el proceso educativo en la Universidad Industrial de Santander."

Mediación Pedagógica: "proceso mediante el cual el maestro dirige la actividad/comunicación, es decir la participación de los alumnos, hacia el logro de objetivos previamente establecidos que harán posible que muestren determinadas competencias necesarias para la vida académica y social"[11]. O como proponen Francisco Gutiérrez Pérez y Daniel Prieto Castillo en *Mediación Pedagógica y Nuevas*

---

[7] www.infovis.net/Revista/2002/num_100.htm

[8] ANSI/IEEE Std 729-1983. IEEE. Standard Glossary of Software Engineering Terminology.

[9] Ibid.

[10] Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Aula Virtual: una alternativa en educación superior. UIS, 1ª Edición. Bucaramanga, Colombia, 2003. Página 24.

Tecnologías[12]: una mediación es realmente pedagógica cuando es capaz de promover y acompañar el aprendizaje de los estudiantes, es decir, de promover en ellos la tarea de construirse y de apropiarse del mundo y de sí mismos. Es importante darse cuenta también que la mediación pedagógica "es el eje transversal de los cursos del área profesional tanto desde la investigación teórica como desde la práctica"[13].

Memoria ROM[14]**:** Memoria no volátil de sólo lectura en la que se almacenan todos los programas esenciales para el funcionamiento del PDA, como su sistema operativo. Es decir, la información contenida en la memoria ROM no puede modificarse y es de carácter permanente. Si la memoria ROM es flash, el sistema operativo del PDA puede actualizarse.

P

PDA: *Personal Digital Assistant*. Dispositivo de cómputo pequeño, con la capacidad de almacenar y procesar información, así como de comunicarse con otros PDAs, PCs y redes de comunicaciones inalámbricas.

Palm OS: Sistema operativo utilizado -entre otros- por la más popular marca de PDA básicos, los Palm. El sistema operativo Palm se caracteriza por su sencillez, agilidad y funcionalidad, además de contar con miles de aplicaciones de terceros que pueden bajarse desde centenares de sitios de Internet. No confundir con Palm Inc, la cual es la empresa productora de hardware (PalmOne) y software (PalmSource) relacionados con la tecnología de Computación Móvil

Pocket PC (sistema operativo)[15]**:** Sistema operativo de Microsoft para los Pocket PC, parecido al Windows 98. Lanzado en abril del 2000, se presentó en su día como una evolución del otro sistema operativo de Microsoft para PDA, el Windows CE. El sistema operativo Pocket PC se caracteriza por tener la barra de tareas en la parte superior de la pantalla, así como por ser más ágil en su funcionamiento que el Windows CE.

---

[11] Ferreiro, Ramón. *Los Nuevos Ambientes de Aprendizaje. Una condición necesaria: La Mediación Pedagógica*. Universidad de la Salle, México. www.ulsa.edu.mx/public_html/publicaciones/onteanqui/b10/ambientes.html

[12] Ediciones Universidad Javeriana-ICFES. Bogotá, 1995.

[13] Curso de Mediación Pedagógica, Doctorado en Educación con especialidad en Mediación Pedagógica. Universidad De La Salle. San José, Costa Rica. www.chifladura.com/curso/curso5.htm

[14] Ibid.

[15] www.quesabesde.com/pda/glosario.asp

Pocket PC (dispositivo)[16]**:** Denominación que se refiere a un tipo de PDA de dimensiones similares a las de un Palm, sin teclado incorporado y con una pantalla en color de 240 x 320 píxeles. Funciona con la versión de bolsillo del sistema operativo Windows, el llamado Pocket PC Microsoft Windows. A pesar de existir una enorme incoherencia a la hora de referirse a cada tipo de PDA, podemos aceptar como válida y bastante extendida la presente definición de Pocket PC. Con el mismo término podríamos denominar a algunos PDA de características semejantes pero que utilizan otros sistemas operativos como, por ejemplo, el Linux.

Prolegómeno[17]**:** *(Del griego προλεγόμενα , preámbulos) 1. m.* Tratado que se pone al principio de una obra o escrito, para establecer los fundamentos generales de la materia que se ha de tratar después. *U. m. en pl.*

S

Sincronización: Proceso mediante el cual se transmiten datos del PDA al ordenador PC o Mac, actualizando la información existente. La sincronización se realiza en la mayoría de los casos con un cradle, vía serie o USB, aunque también existen cables de sincronización

SuperWaba[18]**:** Plataforma para la programación de dispositivos pequeños, especialmente PDAs. Está basado en Java y define un lenguaje, una máquina virtual, un formato de ficheros *.class* y un conjunto de clases base. La sintaxis de los programas escritos para SuperWaba es un subconjunto del lenguaje Java.

T

Tap: acción de presionar un punto de la pantalla de la PDA con el Stylus. Es el equivalente a hacer *clic* en un PC de escritorio.

TIC[19]**:** Tecnologías de la Información y Comunicación. Se incluye en el concepto de TIC los medios de comunicación de todo tipo: los medios de comunicación social ("mass media") y los medios de comunicación interpersonales tradicionales con soporte

---

[16] Ibid.
[17] www.gazafatonario.com
[18] www.pdaexpertos.com/Tutoriales/Programacion/Introduccion_a_SuperWaba.shtml
[19] Pere Marquès Graells. "Las TIC y sus aportaciones a la Sociedad". Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España. dewey.uab.es/pmarques/tic.htm

tecnológico como el teléfono, fax, la misma PDA, es decir, aquellos que proporcionan información, herramientas para su proceso y canales de comunicación. Los principales aportes de las TIC son: fácil acceso a información, proceso rápido y fiable de datos, capacidad de almacenamiento, automatización de trabajos y digitalización de la información. Las TIC también son un Instrumento cognitivo que potencia las capacidades mentales y permite el desarrollo de nuevas maneras de pensar.

U

UML[20]**:** El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es el lenguaje estándar de la industria para especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos de sistemas de software. Simplifica el complejo proceso de diseñar software, haciendo un *plano* para la construcción (análogo a los planos de un edificio).

Usuario[21]**:** Cualquier individuo o grupo que hará uso de la salida de cierto sistema.

URL[22]**:** *Uniform Resource Locator*, es decir, localizador uniforme de recurso. El URL es la cadena de caracteres con la cual se asigna dirección única a cada uno de los recursos de información disponibles en Internet. Existe un URL único para cada página de cada uno de los documentos de la World Wide Web, para todos los elementos del Gopher y todos los grupos de debate USENET, y así sucesivamente.

V

Valoración[23]**:** (del francés *assesser*, acompañar como juez asistente o guía). Valorar, en el ámbito educativo, es el proceso de recopilar información sobre los logros del alumno y sobre su desempeño. La información para la valoración proporciona la base para tomar buenas decisiones con respecto al aprendizaje y la enseñanza.

---

[20] *"The Unified Modeling Language™ (UML™) is the industry-standard language for specifying, visualizing, constructing, and documenting the artifacts of software systems. It simplifies the complex process of software design, making a "blueprint" for construction."* www.rational.com/uml

[21] ANSI/IEEE Std 729-1983. IEEE. Standard Glossary of Software Engineering Terminology.

[22] es.wikipedia.org/wiki/URL

[23] Alberta Assessment Consortium. "La Valoración en el Salón de Clase". Alberta, Canadá, 2001. www.eduteka.org/tema_mes.php3?TemaID=0014.

TÍTULO:

LA PDA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS EN EL PROCESO VALORATIVO DEL ESTUDIANTE *

AUTORES:

GÓMEZ MORALES, Sebastián
LUNA MORENO, Paola Andrea **

PALABRAS CLAVES:

Docencia, PDA, computación móvil, proceso educativo, sincronización, tendencias pedagógicas contemporáneas.

DESCRIPCIÓN:

Las tendencias contemporáneas de docencia le demandan al docente nuevos niveles de relación con sus estudiantes y con los recursos que apoyan los procesos de enseñanza y aprendizaje, para así mejorar la valoración del proceso educativo, cuyos criterios de evaluación cada vez son más limitados y alejados de la realidad, restringiéndose en muchos casos a la simple calificación numérica. Es así como observando esta situación, y aprovechando las características de portabilidad y manejo de información que proporcionan los dispositivos móviles, se hizo el presente trabajo, como un intento por mejorar en general el proceso educativo, a través no sólo del suministro de información (antes inexistente o muy dispersa) a utilizar como criterios de evaluación sino de la gestión ágil y ubicua de la información relativa al proceso académico. La mejora se reflejará tanto en una valoración más cercana a la realidad como en un mayor acercamiento entre el docente y cada uno de sus estudiantes.

Se desarrolló software tanto para una PDA como para un PC, por lo que el docente puede consultar y manipular la información en ambos escenarios, complementándose por un programa de sincronización de datos que permite consolidar la información entre ambas partes. La información que el docente puede manejar son básicamente datos de los Estudiantes, de las Asignaturas y de los Grupos Formales y No Formales que tenga a su cargo.

Como Metodología de Desarrollo se utilizó el Ciclo de Vida *Incremental*, así como el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para los diferentes diagramas. El presente documento muestra los criterios con los cuales fue concebido y desarrollado el proyecto, así como una descripción y documentación detallada de las actividades necesarias para su realización, finalizando con las recomendaciones y conclusiones.

---

* Proyecto de grado en la modalidad investigación

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. CORREDOR, Marta; PORRAS DIAZ, Hernán.

TITLE:

A PDA AS SUPPORT TOOL FOR COLLEGE PROFESSORS IN THE STUDENT'S EVALUATION PROCESS *

AUTHORS:

GÓMEZ MORALES, Sebastián
LUNA MORENO, Paola Andrea **

KEY WORDS:

College Teaching, PDA, Mobile computing, Educational Process, Synchronization, Contemporary Didactic Tendencies.

DESCRIPTION:

The contemporary didactic tendencies request the teacher new levels of relationship with his students and with the resources that support the learning and teaching process, in order to improve the valuation of the teaching process, which evaluation criteria are increasingly more limited and far from reality, taking in many cases only the numeric grade.

So, due to this situation and taking advantage of the mobile devices portability and information-handling characteristics, we did this project, as an attempt of improving in a general way the teaching process, through not only the information delivery (formerly missing or too disperse) for use as a valuation criteria, but the agile and ubiquitous manage of the academic process relate information.

The improvement will show itself in a more close-to-reality evaluation and in a closer approach between the teacher and each one of his students. We developed a software for the PDA and another one for the PC, and due to this developing, the teacher can consult and manipulate the information in both scenarios, complementing with a synchronization software that allow to consolidate the information between both parts. The information that the teacher can handle are basically students data, courses data and groups (formal and not formal ones) that he is in charge.

As a development methodology, we use the Incremental life-cycle, and also use the Unified Modeling Language (UML) for the project diagrams. This document shows the criteria for the conceiving and development of the project, and a detailed description and documentation of the necessaries activities for its making, finishing with the recommendations and conclusions.

---

* Graduation project in the category of investigation

** Physical-Mechanical Engineering's Department, Systems and Informatics Engineering School, CORREDOR, Marta; PORRAS DIAZ, Hernán.

INTRODUCCIÓN

La función del docente hoy en día ha cambiado poderosamente, de ser el transmisor del conocimiento, hoy su papel adquiere otras dimensiones, entre las cuales se destaca la de formador, buscando lograr que los estudiantes construyan los conocimientos, actitudes y valores que necesitan para vivir en sociedad exitosamente, lo que significa ofrecer experiencias de aprendizaje que favorezcan una formación integral. Es así como las tendencias contemporáneas de docencia le demandan nuevos niveles de relación con sus estudiantes y con los recursos que apoyan los procesos de enseñanza y aprendizaje, para así mejorar la valoración del proceso educativo, cuyas herramientas de evaluación cada vez son más limitadas y alejadas de la realidad, restringiéndose en muchos casos a la simple calificación numérica, presentando dificultades para evidenciar aprendizaje, comprensión, logros, motivación y actitudes en el estudiante.

Es por tal demanda como surge este Trabajo de Grado, en un intento por asegurar el éxito del proceso educativo, a través no sólo del suministro de información (antes inexistente o muy dispersa) a utilizar como criterios de evaluación sino de la gestión ágil y ubicua de la información relativa al proceso académico. La mejora se reflejará tanto en una valoración más cercana a la realidad como en un mayor acercamiento entre el docente y cada uno de sus estudiantes.

Es como entonces se busca identificar las características personales, los intereses, los ritmos y estilos de aprendizaje; identificar dificultades, deficiencias y limitaciones; afianzar los aciertos y corregir oportunamente los errores; proporcionar información para reorientar o consolidar las prácticas pedagógicas; obtener información para tomar decisiones y, en general, orientar el proceso educativo y mejorar su calidad.

La herramienta desarrollada ofrece el acercamiento a las metas descrita por medio de un software para dispositivos móviles (PDAs) bajo sistema operativo Palm OS, un software

Web (cliente-servidor) para PC, complementados por una interfaz (que los comunica con la intención de mantener la información consolidada y actualizada), facilitando el tratamiento, presentación, comprensión y almacenamiento de la información pertinente, de una forma ordenada y relacionada

El presente escrito consta de cinco capítulos enmarcados en tres etapas. La primera etapa aborda los preliminares tales como los Fundamentos Teóricos y la Metodología Empleada, la segunda es acerca del Desarrollo en sí (arquitectura, diseño, implementación, evaluación y documentación) y por último la etapa de Conclusión, donde se verifican los objetivos iniciales y se realizan las conclusiones del proyecto.

NOTA: Al momento de escribir el presente trabajo de grado (Febrero 2004-Agosto 2005), todas y cada una de las direcciones electrónicas mencionadas a lo largo de éste fueron comprobadas, verificando que estuvieran funcionando y mostrando la información deseada. Nosotros NO nos hacemos responsables si por alguna razón el lector encuentra que tales direcciones no funcionan, redireccionan a lugares inesperados o su contenido ha cambiado.

La Imagen de la página siguiente es una modificación de

www.techdis.ac.uk/PDA/images/pda-cartoon2.gif, *TechDis, overview of a PDA.*

Etapa 1

Preliminares

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A manera de prolegómeno, los fundamentos teóricos establecen las bases conceptuales que definen el software. Para el particular, se tienen en cuenta los fundamentos de la Computación Móvil que permiten conocer el manejo de información en este tipo de dispositivos, los conceptos de ingeniería aplicados para la concepción y desarrollo del proyecto, las tendencias contemporáneas de educación y evaluación y las distintas aplicaciones en Computación Móvil para el manejo de información pertinente al proceso pedagógico en Colombia y el resto del mundo y. Esto facilitará la definición de la arquitectura de la aplicación para llevar un seguimiento constante del software en fases posteriores de desarrollo.

1.1 UN VISTAZO A LA COMPUTACIÓN MÓVIL

Se hará una *muy* breve reseña de los principales temas de la computación móvil, los conceptos que abordaremos tienen que ver con:

- Introducción a lo móvil e inalámbrico
- Dispositivos Móviles
- Sistemas Operativos (Middleware)
- Herramientas y Software de desarrollo Disponible
- Tipos de Aplicaciones
- Conduits

1.1.1 Introducción a lo móvil e inalámbrico

¿Quién no ha visto una película en donde los protagonistas utilizan artefactos increíbles que con asombrosa facilidad permiten volar por los aires, controlar

máquinas a distancia y tener control absoluto de casi cualquier aparato? Por supuesto, esta tecnología en la mayoría de casos es aún imposible de desarrollar, aunque no para aquellos imaginativos escritores y guionistas. Y lo mejor, es que poco a poco la humanidad ha ido evolucionando precisamente hacia donde ellos nos dijeron:

> "Quien se imaginaba en los años sesenta que muchas situaciones presentes en los comics 'Los Supersónicos' hoy las pudiéramos vivir. ¿Quién duda hoy que la clonación masiva de seres humanos que presenta Adolf Huxley en 'Un Mundo Perfecto' puede suceder a mediano plazo?. ¿Y a quién se le ocurriría tratar de loco hoy a Isaac Azimov, como lo hicieron cuando planteó la existencia de cajeros automáticos en una de sus novelas de los años 50?"[26]

El punto es que muchas cosas que se imaginaban imposibles hace un tiempo (década de los 90's), hoy son realidades o se prevé que muy pronto se podrán alcanzar con el uso de la tecnología. De hecho, se podría decir que la computación móvil tuvo sus inicios en esa década de los 90's, al darse los adelantos en electrónica y los desarrollos en la telefonía celular. Hoy no es extraño hallar personas en virtualmente cualquier lugar haciendo llamadas locales o de larga distancia haciendo uso de la telefonía celular, o adelantando algún trabajo con el uso de un PC portátil. Estos dos ejemplos, comunes para todos, son sólo una muestra de lo que se llama Computación Móvil y que en este ítem se busca aclarar. Actualmente existen varias definiciones de computación móvil. Veamos algunas:

- Serie de artefactos y equipos portátiles, hardware, que hacen uso de la computación para lograr su funcionamiento, así, se tiene a las computadoras portátiles, los teléfonos celulares, los asistentes personales digitales, las calculadoras de bolsillo, etc[27].
- El uso de un computador portátil con capacidad de interconexión inalámbrica[28].

[26] Azara C, Molina I, Sergent G y Leal J. Computación Móvil. Asignatura Sistemas de Información, Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1997.
[27] Ibid.
[28] Forman y Zajorhan

- Es tan solo uno de los sistemas computacionales que proveen la capacidad para comunicar, colaborar y computar en cualquier lugar, en cualquier momento[29].

Se puede ver que todas las definiciones hacen énfasis en lo mismo: la movilidad y el permitir hacer en cualquier momento y lugar lo que normalmente sólo se hace al frente de un escritorio en una oficina; aunque no podemos desligar la computación móvil de los sistemas de comunicaciones inalámbricas, la raíz de este término se relaciona más con su principio inherente de movilidad. Acá se hace la distinción de móvil con otros términos como inalámbrico, nómada (o adaptable), desconectado y ubicuo. Veamos las diferencias en la Tabla No.1.

Sistema Computacional	**Definición (*) / Características (°)**	**Conceptos**
Computación Inalámbrica	* Es el uso de un dispositivo de cómputo dentro de una red inalámbrica, mediante enlaces basados en radiofrecuencia o infrarrojo * Son los dispositivos de computación que participan en una red inalámbrica, con pasarelas a los ambientes de redes cableadas[30]. ° Permite la transmisión de información en tiempo real, así como acceder a aplicaciones remotas.	Banda Ancha Seguridad Movilidad Protocolos Estándares
Computación Ubicua	* Es un ambiente de cientos o miles de dispositivos de cómputo baratos y con bajo ancho de banda, que ofrecen una gran capacidad de cómputo pero que a la vez parecen invisibles mientras están presentes en la vida de las personas. ° Acá está incluida la *Wearable Computing*[31].	Ubicuidad
Computación Nómada o Adaptable	* Es el uso de un dispositivo de cómputo con la capacidad de mudarse de un ambiente computacional a otro, o de una red inalámbrica a otra. ° Integridad, seguridad y privacidad son aspectos a tener en cuenta.	Adaptación Hot Spot
Computación Desconectada	* Es el uso de un dispositivo de cómputo que tiene la habilidad de seguir trabajando mientras esta desconectado de la infraestructura de comunicaciones ° Acá cobra importancia la sincronización.	Sincronización Caching de archivos

[29] Millán, Andrés Felipe. "Computación Móvil: El desafío de la generación de Ingenieros de Sistemas del nuevo siglo". Programa de Ingeniería de Sistemas y Telemática, Universidad Santiago de Cali. Cali, 2003. comba.usaca.edu.co/descargas/Desafio-de-los-Ingenieros.doc

[30] Randy H. Katz

[31] Computación *Vestible*. Aplicación de la tecnología a la vida diaria, especialmente a ropa y accesorios que cualquier persona *viste* o lleva consigo, estando siempre lista y accesible. www.wearablecomputing.com

Computación Móvil	* Es la serie de artefactos y equipos portátiles, hardware, que hacen uso de la computación para lograr su funcionamiento, así, se tiene a las computadoras portátiles, los teléfonos celulares, los asistentes personales digitales, las calculadoras de bolsillo, etc. * Es tan solo uno de los sistemas computacionales que proveen la capacidad para comunicar, colaborar y computar en cualquier lugar, en cualquier momento. * Es El uso de un computador portable con capacidad de interconexión inalámbrica. ° Permite portar aplicaciones y soluciones. No hay sincronización[32] de datos en tiempo real. Capacidad de cambiar la localización mientras se está conectado a la red. ° Problemas: cambio dinámico de la dirección de red y constante cambio de configuración. ° Los dispositivos móviles tienen escasos recursos computacionales. ° La movilidad es inherentemente peligrosa. ° La conectividad móvil es altamente variable en rendimiento y disponibilidad. ° Los dispositivos móviles dependen de una fuente de energía finita.	Movilidad

Tabla No. 1 Definición, características y Conceptos de diferentes sistemas computacionales.

Aparte de estos conceptos es también importante conocer el estado del arte de la computación móvil lo que incluye los más recientes avances en investigación en hardware, software y comunicaciones. La Tabla No.2 muestra algunos de los últimos avances (finales de 2003) relacionados con la Computación Móvil y su relación con los comités de investigación del grupo SIGMOBILE[33] de la ACM[34].

Campo relacionado	Área de Investigación	Avances	Comités de ACM
Comunica-ciones	• Wireless LANs • Redes Móviles y PCS • Nuevos protocolos de comunicaciones • Redes Ad-hoc Seguridad Wireless	• IEEE 802.11[35] a,b,g • Wireless ATM, UMTS, GPRS • CDMA[36] 1x, CDMA 2000 • Mobile IPv6, Mobile IPv4, IPv6, TCP Wireless y otros • IEEE 802.1x, WEP	• Wireless Security (WiSE) • Discrete Algorithms and Methods for Mobile Computing • EEE, IETF.

[32] Proceso mediante el cual se transmiten datos del PDA al PC o viceversa, actualizando la información existente.
[33] The ACM Special Interest Group on Mobility of Systems, Users, Data and Computing. www.sigmobile.org
[34] Association for Computing Machinery. www.acm.org
[35] standards.ieee.org/getieee802
[36] Code División Multiple Access www.cdg.org

Hardware	• Tecnologías de visualización • Empaquetamiento de circuitos • Circuitos desarrollados en plástico (Poly-tronica) • Circuitos de uso específico • Ahorro de energía	• Anteojos, visores y dispositivos “manos libres” • Reducción del tamaño de terminal móvil • Chips, displays y baterias flexibles fabricadas en plástico a bajo costo • Dispositivos más livianos y ergonómicos • Mayor duración de la batería	• Otras organizaciones como IEEE
Software	• Multimedia en dispositivos inalámbricos • Adaptación en Código Móvil • Modelamiento de la movilidad • Nuevas arquitecturas de desarrollo para dispositivos móviles • Manejo de bases de datos con características como sincronización y compresión	• Aplicaciones en varios sectores productivos • MMS, video streaming en PDAs • Comercio electrónico móvil • Sistemas basados en localización • Agentes móviles • Plataformas de desarrollo abiertas como J2ME. • Plataformas propietarias (.Net, Visual Age ME, Oracle 9i Lite, CodeWarrior etc.).	• Wireless Mobile Multimedia (WMoM) • Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA) • Modeling Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM) • Mobile Commerce (M-Commerce)

Tabla No[37].2 Estado del Arte de la Computación Móvil

Es así como estos avances han permitido y seguirán permitiendo la posibilidad de que existan aplicaciones útiles en la vida diaria. Aplicaciones como acceso a internet, correo electrónico instantáneo, SMS (Short Message Service), MMS (Multimedia Message Service), envío de información en-línea, consulta a bases de datos remotas, aplicaciones multimedia en dispositivos móviles, GPS (Global Positioning System), localización, etc. Aplicaciones que tienen su uso en contextos como los siguientes:

- **Manejo de pacientes:** La computación móvil permite al médico o institución mantener contacto con un paciente cuyo estado requiere continua vigilancia. Y esto no se limita al envío o recepción de mensajes (hablados o escritos), sino que incluye también el monitoreo constante de signos vitales críticos que pueden anticipar una emergencia.
- **Ventas directas:** Posiblemente ésta sea la aplicación más evidente, pues comprende consulta, inventarios, precios y realización de pedidos en forma inmediata, que resultan

de particular interés para cualquier empresa que se dedique a la comercialización de productos.

- **Servicio a clientes:** La asesoría, el servicio técnico y la consultoría son áreas en donde la computación móvil es vital. La consulta a bancos de información, bases de datos inteligentes, acopio de información actualizada y consulta de especialistas, es sólo una pequeña muestra de todo lo que puede impactar esta tecnología, sin mencionar la posibilidad de contacto permanente con el cliente.
- **Personal móvil en oficinas:** No es raro encontrar a personal que pese a encontrarse siempre en el mismo edificio, se mudan de lugar con frecuencia para dar soporte técnico al personal o revisar proyectos. La computación móvil no sólo les permite ser localizados con facilidad, sino que también les facilita en la consulta de datos que por lo regular estarían en su oficina.
- **Profesionales viajeros:** Los modernos guerreros del camino son usuarios potenciales que pueden aprovechar esta herramienta: contadores con los registros de una empresa bajo el brazo, gerentes regionales que integran metas empresariales, dirigentes corporativos que requieren información actualizada y, en fin, una gran cantidad de personas que necesitan viajar para realizar su trabajo.
- **Manejo de sucursales:** En un mundo en el que las empresas han dejado de tener una sola oficina para expandirse, las sucursales aparecen casi sin desearlo, con una gran cantidad de datos que deben consolidarse.
- **Grupos de trabajo:** La globalización y expansión de empresas hace que sea cada vez más común atacar proyectos con el personal adecuado, el cual no siempre trabaja bajo un mismo techo y, en ocasiones, ni siquiera en la misma ciudad o país.
- **Educación:** Profesores y estudiantes tienen en los dispositivos móviles un nuevo instrumento de interacción entre actores y con la información necesaria para el proceso educativo.

Estos contextos de aplicaciones se consideran ambientes inalámbricos o móviles. Estos ambientes se componen de dispositivos, tarjetas, antenas y *Access Points* (puntos de acceso). Veamos cada uno de ellos (los dispositivos se verán detalladamente más adelante):

---

[37] Millán, Andrés Felipe. Op.Cit., p.28

- **Tarjetas:** Son tarjetas que proporcionan a los dispositivos diversas funcionalidades como expansión de memoria, GPS, cámaras digitales, módems inalámbricos, etc. Se conectan en los diferentes puertos (PCI, PC-Card, CompactFlash I/II, SDIO, SD) disponibles en los dispositivos. Lo más usual son las tarjetas que permiten establecer una comunicación inalámbrica. Se fabrican en diferentes formatos para los diferentes dispositivos y diferentes estándares de conexión, tales como BlueTooth[38] y Wi-Fi[39].
- **Antenas:** Son dispositivos que sirven para transmitir y recibir ondas de radio. Convierten la onda guiada por la línea de transmisión (el cable o guía de onda) en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre. Las hay direccionales (son capaces de enfocar toda la señal que le aplica la tarjeta o el punto de acceso a una dirección concreta, con mayor o menor grado de direccionalidad en función del modelo y las características del mismo) y omnidireccionales (son capaces de emitir señal en todas las direcciones). Dentro de las direccionales encontramos las de rejilla (o parabólica) y las tipo Patch Panel, con las que se consigue crear pequeñas zonas de cobertura, como recintos, estaciones de metro y similares, consiguiendo con varias de ellas establecer 'células', como en telefonía móvil.
- **Puntos de Acceso:** Es un concentrador de señales de radio; coordina la comunicación entre dispositivos inalámbricos y les permite tener acceso a la red física. Un Access Point es capaz de soportar un buen número de usuarios wireless, en promedio unos 25 usuarios simultáneos, una misma área puede estar cubierta por varios Access Point para mejorar confiabilidad de la señal.

1.1.2. Dispositivos Móviles

Todos los dispositivos móviles, ya sea PDA, SmartPhone, TabletPC o cualquier otro presentan unas características generales comunes. Entre ellas están:

- Dificultades en la comunicación con el humano: pantallas muy chicas, dispositivos de entrada lentos, incómodos o poco prácticos.

---

[38] Norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia spanish.bluetooth.com

[39] Conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en los estándares IEEE 802.11 (Ethernet inalámbrica). Wi-Fi ("Wireless Fidelity") es una marca de Wi-Fi Alliance (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), la organización comercial que define los estándares Wi-Fi. www.wi-fi.org

- Dificultades tecnológicas: fuente de energía limitada y menor velocidad de procesamiento.
- Dificultades en la conexión de red: tiempos de latencia muy prolongados y ancho de banda altamente variable por factores como el cambio de celda, condiciones de tráfico, competencia con la señal de voz, etc.
- Herramienta de trabajo por fuera de su oficina o sitio de trabajo.
- Optimas capacidades operacionales, gráficas, visuales, de almacenamiento.
- Dispositivo portátil (algunos de bolsillo), ideal para transportarse.
- Bajo costo de los dispositivos
- Disponibilidad de información al instante y en cualquier lugar.
- Capacidad de realizar análisis en tiempo real de cualquier proceso.
- Acceso rápido a la información

"Hasta el momento, los dispositivos móviles han estado principalmente enfocados al mercado del consumo. Esto es evidente en el mercado de la telefonía móvil, que ha sabido conectar con el consumidor. Servicios como SMS están obteniendo una gran aceptación por el público, y se ha generado alrededor de ello un interesante mercado. Otros dispositivos, tales como PDA´s, se están abriendo espacio paulatinamente en el mercado, aunque su uso está más restringido, debido a su precio. Poco a poco la computación móvil se ha ido desprendiendo de su *madre* comercial y ha entrado a diferentes contextos como el científico y el académico. Un elemento importante a tener en cuenta a la hora de analizar el mercado de los dispositivos móviles, es en qué medida los dispositivos se adaptan a las necesidades específicas de un determinado sector. Es claro que para determinadas funciones 'horizontales', similares en cualquier compañía, sea del sector que sea, un mismo dispositivo puede muy bien cumplir con los requisitos. Lo que ya es más difícil es que el mismo dispositivo pueda adaptarse a necesidades específicas de un sector, teniendo en cuenta que se puede trabajar en condiciones duras para los equipos. Aquí cobran importancia aspectos tales como el tamaño y forma: con o sin teclado, grandes o de dimensiones reducidas, etc., así como la robustez. Equipos que van a trabajar en entornos de polvo, humedad o van a estar expuestos a golpes o caídas tienen que ser especialmente robustos"[40].

[40] www.sumovil.com/rep_15.asp

Los dispositivos que pueden actuar como clientes entran en 3 categorías: en dispositivos de voz para aplicaciones que manejan voz, en dispositivos que contienen *browser*[41] (navegador) y en dispositivos que proveen un ambiente de programación. Al igual que los PC, las aplicaciones en los dispositivos inalámbricos, dependen de características como la capacidad de memoria, la velocidad del procesador, el tamaño de la pantalla, el método de introducción de datos y la conectividad. Sin embargo, los dispositivos inalámbricos son mucho más limitados y hay una gran variedad de plataformas (combinaciones entre las características necesarias: memoria, procesador, etc), diferentes a cada sector, como ya se mencionó.

- **Procesador:** debe poder conservar la energía de la batería. El rango está entre 16 y 233 MHz. La velocidad del procesador es primordial sólo en dispositivos que ejecuten programas.
- **Pantalla:** Las de color consumen más batería que las de blanco y negro. Este criterio de elección va a depender mucho del uso al que se destine el dispositivo. El uso de dispositivos de pantalla a color puede ser imprescindible si se utilizan aplicaciones en los que el color es clave para diferenciar información. No obstante, y teniendo en cuenta las tecnologías actuales de pantalla, el tema del color es sobre todo relevante de cara a la duración de las baterías.
- **Memoria:** ROM (*Read-Only Memory*), RAM Y EEPROM (*electrically erasable programmable read-only memory*). El rango de tamaño es: desde pocos MBs, hasta GB. Para dispositivos con internet, la memoria para caché se hace importante. Y para dispositivos que ejecutan programas, los tamaños de almacenamiento de programa y datos son los importantes.
- **Entrada de Datos:** Desde pequeños teclados alfa-numéricos en celulares hasta reconocedores de *handwriting* (letra manuscrita).

[41] Los lenguajes de visualización de contenido en este tipo de browsers más populares son cHTML (Compact HTML), Handheld Device Markup Language (HDML), Wireless Markup Language (WML), XML (eXtensible Markup Language), eXtensible HTML (XHTML) y VoiceXML (que en realidad no utiza broser sino voz).

Figura No.1 Graffiti[42]

- **Conectividad:** Hay un número de formas de ver la conectividad: como un cliente para aplicaciones empresariales, conectividad a aplicaciones del lado del servidor, etc. Es inherente a la filosofía de un dispositivo de estas características el poder conectarse en cualquier momento y desde cualquier lugar a los sistemas de información corporativos. De lo contrario, las posibilidades de uso y las ventajas que podría ofrecer se ven seriamente limitadas. Las capacidades de conectividad van desde la posibilidad de únicamente sincronizar con el equipo de escritorio hasta la capacidad de conexión inalámbrica continua.
- **Extensibilidad:** Permite expansiones de hardware por fuera de la configuración original (cuando se compra el aparato). Es una característica inusual para *handhelds* pero algunos de ellos tienen expansión que permiten la adición de memoria, módems y algunos periféricos como cámaras.
- **Baterías:** Un punto débil puede ser la duración de las baterías. Las aplicaciones que más batería gastan son las pantallas a color, los modems, tarjetas de red, tarjetas de memoria y periféricos. La capacidad de la batería, además, se va reduciendo con el uso. Se recomienda probar los dispositivos sometiéndolos a la máxima carga de trabajo en condiciones reales para estimar la duración real de las baterías. Están apareciendo nuevas tecnologías y soluciones (pilas de un solo uso, paneles solares), pero de momento debe reservarse su uso para caso de emergencia.

Aunque el dispositivo móvil más popular alrededor del mundo probablemente sea el teléfono celular, no es el único. Veamos los diferentes tipos de dispositivos móviles existentes.

- **PDA (o HandHeld):** Los PDAs son dispositivos móviles, pequeños y versátiles que le proporcionan la posibilidad de comunicarse, almacenar y efectuar cálculos con la formación, con fines personales o de negocios. Podemos encontrar modelos de entre 8 y 64 Mb de memoria, en color y en blanco y negro, slots de expansión de memoria y hasta con comunicaciones integrados (GPRS, Wi-Fi y BlueTooth). Aunque tienen características similares a los computadores portátiles, los PDA no compiten con estos, por el contrario, son complementarios ya que su versatilidad les permite efectuar otro tipo de tareas que no serían prácticas llevar a cabo con computadores portátiles.

Figura No.2 Personal Digital Assistants

Se pueden dividir en aquellos que reconocen letra manuscrita y aquellos con teclado incorporado, aunque algunos tienen ambas características. Usualmente traen un stylus (el lapicito para tocar la pantalla) y un cradle, que es el dispositivo donde se coloca el PDA para realizar la sincronización con un ordenador PC (ver Figura No.3).

[42] Sistema de reconocimiento de la escritura manuscrita por parte de la PDA

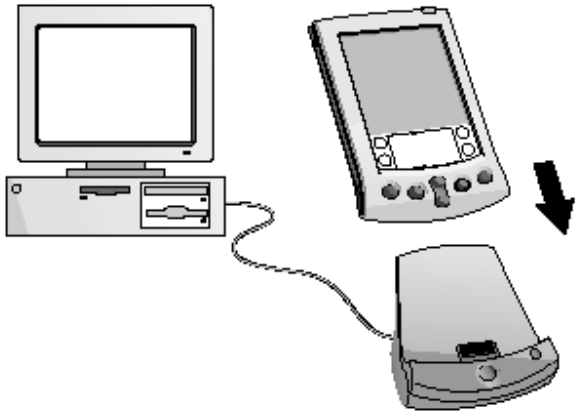
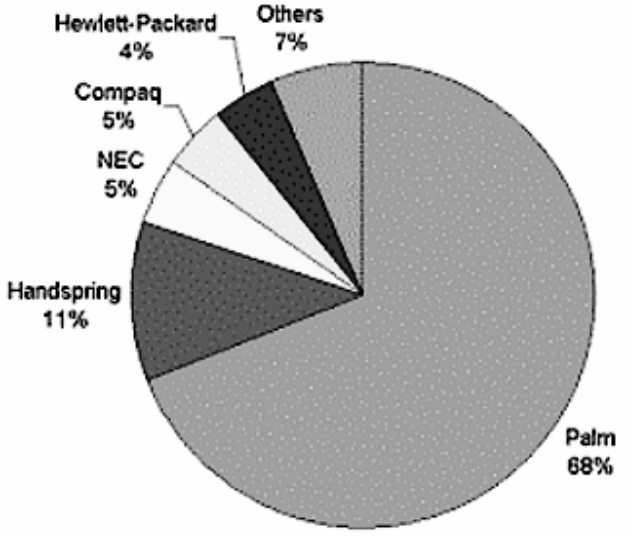


Figura No.3 Cradle

Los Sistemas Operativos disponibles son Palm, Windows CE y Linux (más adelante se detallarán más). Los principales fabricantes[43] son Handspring, AlphaSmart, Garmin, Symbol, Palm, Sony, Casio, Fujitsu-Siemens, Hewlett-Packard, IBM, Psion, Toshiba. Mirando las estadísticas, cabe anotar que el porcentaje de crecimiento de las ventas de PDAs en América Latina es mayor que en las regiones de gran desarrollo como Europa[44].



[43] Para información adicional, ver **Anexo B**, al final de este documento.
[44] pcwla.com "PDAs en América Latina: en Alza", Noviembre 2003.

Figura No.4 Parcitipación en el Mercado de Fabricantes de PDAs[45]

El mercado obtuvo muy buenos indicativos de la demanda con 3.8 billones de dólares y cerca de 13 millones de unidades en el 2001 y 4.6 billones de dólares y cerca de 16 millones de unidades en el 2002. La proyección de acuerdo a *Abeerden Group* es de 6.6 billones de dólares y cerca de 39 millones de unidades en el 2005.

- **SmartPhone:** Son teléfonos celulares con funcionalidades de PDA. Las cifras de In-Stat hablan de que el número de smartphones vendidos crecerá de 9,9 millones este año a 16 millones en el 2006. Principales fabricantes: Sony, Kyocera, Samsung, Palm, Ericsson, Motorola, Nokia.
- **Tablet PC:** Se trata de un ordenador con pantalla táctil que recibe información mediante un lápiz óptico o un teclado inalámbrico. Su monitor y su tamaño, entre otros factores, la diferencian de la Pocket PC, con una pantalla de no más de 320x320 pixeles. El Tablet utiliza una pantalla muy fina del tamaño de un folio en la que se puede escribir con el lápiz. Además, en la mayoría de ellos es posible dictar textos y controlar el equipo con la voz, aglutinando así lo mejor de la PDA y del portátil aunque su alto precio (entre 2.400 y 3.000 euros) le separan de hacerse demasiado popular. Compañías que lideran ese mercado: Hewlett-Packard y Acer. Reconoce letra manuscrita, acepta comandos de voz, incluye comunicaciones inalámbricas, es muy liviano y le deja escribir a mano sobre documentos creados en Word y muchos otros programas. ¿Se podría pedir más? Todos los tablet PC utilizan un sistema operativo de Microsoft, Windows XP Tablet PC Edition. Los principales fabricantes son Hewlett-Packard, Toshiba, Acer, ViewSonic, Fujitsu.
- **Teléfonos Celulares:** Los teléfonos celulares son un dispositivo de comunicación de onda corta análogo o digital en el cual el suscriptor tiene una conexión inalámbrica desde un teléfono móvil hasta una relativamente cerca transmisora. El radio de cobertura de la transmisora es llamada ‘celda’. Generalmente, el servicio está disponible en áreas urbanas y no en carreteras interdepartamentales. A medida que un usuario se mueve de una celda a otra, el teléfono es pasado de un

[45] CCIDNET. www.ccidnet.com/DIY/digital/ 2001/06/08/68_619.html Marzo 2003.

transmisor a otro. Puede ser de 2ª, 2.5ª (GSM[46] y CDMA, disponibles en Colombia) y 3ª generación. Más que una tecnología para transmitir datos y voz 3 G es una nueva etapa para en la evolución de las redes celulares, que toca todas las áreas donde tiene influencia, incluso la financiera.

Tiene mejor calidad de voz y nuevo servicio de intercambio de datos (multimedia: audio y video). Sin importar la tecnología que utiliza la empresa para sus servicios 3 G (W-CDMA, TDCDMA o EDGE entre otras), la plataforma transporta todo su tráfico utilizando el mismo protocolo de Internet que usan los computadores: IP. Característica que puede ser la más relevante de esta etapa de la telefonía celular, pues convierte los teléfonos en computadores de mano capaces de ejecutar aplicaciones 'en línea' de entretenimiento, productividad y comunicaciones. Los principales fabricantes son Nokia, Sony Ericsson, Siemens, Panasonic, Samsung, Motorola, Kyocera, Audiovox.

- **PCS** (personal communications services): Es prácticamente lo mismo que un teléfono celular pero enfatizando en el servicio personal y la movilidad. Según estadísticas de *Sprint* (2004), actualmente hay más de 230 millones de PCS alrededor del mundo. Lo que distingue a los PCS de los celulares es que trabajan bajo un ancho de banda mayor, lo que permite transmitir no sólo voz sino datos e imágenes rápidamente; tienen servicios como radiolocalizador y correo electrónico. Generalmente requiere más celdas para una mejor cobertura (sus celdas son más pequeñas que las de los celulares), pero tiene la ventaja de tener menos puntos ciegos (sin servicio). Las tecnologías usadas por los PCS son GSM, CDMA y TDMA (Time Division Multiple Access), esta última usada principalmente en Estados Unidos.
- **Pacebook de Abentech:** No hace mucho, la empresa Abentech sacaba al mercado su Pacebook que combina tres formatos distintos en una misma unidad: Tablet PC gracias a su pantalla LCD táctil, el portátil tradicional, y el ordenador de sobremesa con pantalla TFT y teclado ergonómico extraplano e inalámbrico.

[46] Global System for Mobile Communication www.gsmworld.com

Figura No.5 El PaceBook y sus 3 'personalidades'

Pulsando un botón, su pantalla cambia de orientación horizontal a vertical y su imagen se adapta a la posición seleccionada. Su modelo TM 5867 Standard cuenta con Procesador Transmeta TM 5867, con 256 MB PC 133 SDRam.

Mirando ahora un poco las cifras, el aumento de las ventas de dispositivos móviles se reflejan en el uso de las redes inalámbricas y Access Points: según datos arrojados por una investigación de la Consultora *Gartner* se prevé un crecimiento de 4.2 millones de usuarios de WLAN[47] en el 2003, a más de 31 millones para el 2007. De igual manera, la Consultora *IDC*[48] proyecta un crecimiento en el mercado de los Puntos de Acceso (Access Points) a un ritmo anual del 57%, durante los próximos 5 años.

1.1.3. Middleware:

El middleware para dispositivos móviles esta compuesto por los sistemas operativos, los protocolos de comunicación, la seguridad y las bases de datos. Por el lado del servidor existe también un middleware que se contrapone al middleware que corre en el dispositivo móvil. En el campo de la telefonía móvil, Symbian marca la pauta, en los PDAs, Palm es líder pero con Windows acechando fuertemente, y en los Tablet PC, Windows tiene la exclusividad. Veamos:

- **Symbian:** Symbian es una empresa cuyo producto es esencialmente un sistema operativo para teléfonos móviles: un software basado en estándares que controla

[47] *Wireless Local Area Network*. Red inalámbrica de área local

[48] IDC es la principal empresa del mundo en asesoría e inteligencia de mercado. Es el proveedor líder de datos, previsiones y análisis del mercado de tecnología de información. nordic.idc.com/spain

las funciones de telefonía, tráfico de datos y seguridad, así como la operación básica del teléfono. Symbian ya está en uso en muchísimos modelos de teléfonos modernos, ha evolucionado bastante, y puede decirse que es un sistema perfectamente capaz de hacer su trabajo. Tiene aplicaciones de todo tipo y está pensado para adaptarse con gran flexibilidad a las necesidades de una industria cuyo hardware cambia con más facilidad que las cubiertas de colores de algunos modelos. Además, Symbian es un sistema casi "abierto": los fabricantes pueden modificarlo, pueden cambiar la interfaz si quieren... en resumidas cuentas, pueden hacer con él lo que Microsoft no les deja hacer con Windows. Este sistema operativo es utilizado por los mayores fabricantes de teléfonos móviles incluyendo a Motorola, Nokia, Samsung, Siemens y Sony Ericsson.

Las principales funcionalidades de Symbian se centran en cuatro áreas particulares: *Telefonía y Networking* (permite al usuario de un teléfono móvil con sistema operativo Symbian 7.0 acceder a más de un servicio de red a la vez con distintos QoS. Esto permite que un usuario pueda acceder simultáneamente a su correo electrónico mientras navega por Internet o descarga una aplicación), *Java MIDP 2.0* (con esta versión, los juegos Java podrán utilizar las conexiones Bluetooth y las opciones de mensajería, beneficiándose además del mejor rendimiento de la nueva Java Virtual Machine), *Multimedia* (permite a las aplicaciones de audio, video e imágenes un rendimiento mucho más elevado) e *Idiomas* (ofrece soporte para numerosos idiomas, incluido árabe y hebreo).

- **Palm OS:** Actualmente son muchos los fabricantes como Oracle, Nokia, Handspring, Symbol y Sony que utilizan diversas variantes y versiones de este Sistema Operativo que en conjunto representan más del 51%[49] de todos los Sistemas instalados en computadores de mano. Palm OS permite manejar resoluciones de 160 x 160 y de 320 x 320 pixeles y comunicarse con todos los dispositivos existentes que estén basados en Wi-Fi, Bluetooth, GSM/GPRS, o CDMA, tales como teléfonos móviles, impresoras, módems, etc. Las normas de seguridad incorporadas en el Sistema, permiten que las transacciones sean hechas de forma segura, viabilizando, también, el uso de firmas digitales homologadas.

[49] IDC, 2004. www.palmblvd.com/articles/2004/1/2004-1-27-Worldwide-PDA-Market.html

El sistema incluye asimismo un browser para Internet, el NetFont que suporta entre otras normas, HTML 4.01, XHTML los GIFs animados, el modo seguro de acceso a la red VPN (Virtual Private Network) y la interpretación de código JavaScript. El Sistema Operativo Palm OS 5 es totalmente modular. Esto significa que si la licencia quiere instalar sólo las piezas que necesita para un hardware específico, puede hacerlo. Por ejemplo, si una compañía decide dejar fuera a uno de sus modelo el puerto infrarrojo, puede eliminar fácilmente la parte del OS que controla el puerto infrarrojo.

- **Linux:** En los últimos años (inicios de la década del 2000), algunos fabricantes de dispositivos móviles han incorporado Linux a sus productos. Se están desarrollando versiones de Embedded Linux que constituyen la tercera alternativa a las ofrecidas por PalmSource y Microsoft para los computadores de mano. Asi, LinuxDevices.com, ha creado ha creado una guía de referencia para computadores de mano basados en Linux, con la que pretende mantener actualizados de manera permanente los productos Linux para dispositivos móviles. Actualmente versiones de Embbeded Linux para casi todas las marcas.

  La plataforma Linux proporciona un entorno de desarrollo, sistemas gráficos y varias aplicaciones para facilitar el desarrollo de aplicaciones Linux para móviles. El programa “Smart Talk” soporta una variedad de protocolos inalámbricos como: CDMA, 802.11b, IrDa, Bluetooth o SDI/o, mientras que el SDK proporciona soporte para múltiples idiomas, interfaz de usuario personalizable e interfaces para aplicaciones como: servicios de voz, mensajería, cámaras, reproductores multimedia y organizadores personales avanzados.

  Son muchas las distribuciones disponibles[50], algunas no gratuitas, ya que han sido desarrolladas por entidades con finalidades comerciales y aportar en algunos de los casos, soluciones a empresas: *Familiar, Opie* (Open Palmtop Integrated Environment), *Qtopia* (hay para teléfonos y para PDA), *Intimate* (sólo para Compaq iPAQ), *Pixil* (basado en embedded Linux), *LinuxDA, GPE, Montavista, Melon* (distribución japonesa), *Uclinux* (para dispositivos sin Unidad de Gestión de Memoria-MMUs: La MMU descompone las direcciones lógicas que le pasa la CPU

[50] Para información adicional, ver **Anexo B**, al final de este documento.

en dos campos: Número de página y desplazamiento de página), *Mozart* (basado en el lenguaje Oz), *Lynuxworks, Matchbox y Pocket Linux*.

- **Microsoft**: "Tal y como Microsoft ha concebido el desarrollo de sistemas operativos para dispositivos móviles, habría que definir claramente Windows CE (desarrollado a partir de Windows 95, para dispositivos móviles) como la base sobre la cual se construyen las diferentes versiones para diferentes dispositivos. Esto quiere decir, que ante una determinada versión de Windows CE, Microsoft editará diferentes sistemas operativos en función del aparato. De cada versión de Windows CE surgen diferentes para PDAs, Handheld PCs, sistemas para coches, teléfonos móviles, etc. Eso es lo que los usuarios finales disfrutan, no Windows CE tal y como ha sido desarrollado. En cada uno de ellos se implementa, desde las posibilidades que permite la versión de Windows CE disponible (desde sus características), una interfaz de manejo y las características apropiadas"[51].

  Por ejemplo, la versión 3.0 de Windows CE es la que ha dado lugar al sistema operativo Pocket PC 2000 (y posteriormente Pocket PC 2002) para los PDAs, Stinger, ahora rebautizado como SmartPhone 2002 para SmartPhones, Handheld PC 2000 para los dispositivos del mismo nombre y AutoPC para los ordenadores abordo de los coches. Cada uno de estos sistemas operativos finales, se ofrecen insertados en la ROM de cada uno de los dispositivos, y disfrutan de características diferenciales. No tendría mucho sentido introducir el sistema de gestión de carreteras como aplicación básica en un Pocket PC (pero sí en AutoPC), como tampoco parece muy lógico dotar a un AutoPC de una versión de Excel. Así mismo, el aspecto y manejos son absolutamente diferentes, en función del ambiente, las situaciones de uso y las posibilidades que maneja. Windows CE posteriormente evolucionaría a Windows CE .NET, obedeciendo a la ola del Framework .NET de Microsoft.

  Clásicamente se ha mantenido el clásico sistema de menús (con el botón de Inicio en la parte inferior y un menú desplegable con todos los programas y configuraciones) o el escritorio, interfaz que ya conocemos de los Windows para PC. Y por el contrario los navegadores de AutoPC son mucho más reducidos con sencillos menús de opciones. La idea es poder definir las necesidades en todo

momento, para hacer sistemas operativos a medida de los aparatos, con sus propiedades y características.

Pero toda esta confusión de nombres acaba con la unificación de nombres que Microsoft anunció en 2003: Windows Mobile. Ese será el nuevo y único nombre del sistema operativo Windows para toda la gama de dispositivos móviles. Es por eso que la última evolución del sistema operativo para PDAs se llama Windows Mobile 2003, en donde se destaca la mejora de la conectividad inalámbrica y el soporte para desarrollo de aplicaciones.

1.1.4. Herramientas y Software de Desarrollo disponible:

Debido al auge de la tecnología móvil en el mundo[52], son muchas las herramientas que en los últimos años (década del 2000) han surgido para abastecer al hambriento mundo de los desarrolladores de software para dispositivos móviles. Veamos tan sólo unas pocas opciones del amplio espectro.

- **Visual Studio .NET**: Como era de esperarse, el gigante de Redmond no podía quedarse atrás y desarrolló el .NET Compact Framework, el cual es un subconjunto del .NET Framework. Ofrece las ventajas de un entorno robusto y seguro para la ejecución de código cliente y servicios web XML para dispositivos inteligentes, tales como PDA, teléfonos móviles y cajas de conexión. El .NET Compact Framework (al igual que la versión completa de .NET Framework) es una abstracción de las funciones subyacentes del sistema operativo y puede satisfacer una gran mayoría de los requisitos de las aplicaciones a través de su funcionalidad estándar. No obstante, si se requiere el acceso a una función única de dispositivo, se puede admitir ésta con facilidad debido a que .NET Compact Framework está diseñado para ampliarse.

  Visual Studio .NET es donde están el entorno y el juego de herramientas de desarrollo estándares de Microsoft. Incorpora la compatibilidad con aplicaciones en desarrollo para dispositivos móviles inteligentes que utilizan .NET Compact Framework. Las herramientas de desarrollo móvil de .NET Compact Framework y

---

[51] Meneses, Julio. *Características de Pocket PC 2002*. Septiembre 2001. www.mipcdebolsillo.com/reportajes/pocketpc2002/caracteristicas.php

[52] Ver una buena compilación en: applications.palmsource.com/Software/Solutions.asp?Ent=&PCID=29&PSCID=88

Visual Studio .NET pueden crear aplicaciones en Visual Basic .NET o C#; es probable que una versión posterior admita otros lenguajes .NET de Windows. Para las aplicaciones que necesitan una base de datos, existe SQL Server CE, la cual es una base de datos relacional compacta, se ejecuta en dispositivos bajo Windows CE y es compatible con Windows SQL Server.

Las aplicaciones de .NET Compact Framework se pueden depurar mediante un emulador que se ejecuta en la máquina de desarrollo o bien, en un dispositivo físico conectado a la máquina de desarrollo a través de un puerto serie (o USB) o una conexión de red. Si se requiere el uso de aplicaciones basadas en web, Microsoft ASP.NET Mobile Controls (anteriormente Mobile Internet Toolkit), que ahora es parte de Visual Studio .NET, puede utilizarse para desarrollar aplicaciones web móviles, las cuales adaptan la presentación de página a una gama de dispositivos, tales como micronavegadores en PDA, teléfonos inteligentes y teléfonos WAP. Estas aplicaciones se ejecutan en el servidor web Microsoft Internet Information Server (IIS). Los dispositivos solamente necesitan un navegador y no requieren .NET Compact Framework ni la descarga de ningún otro código de aplicación. Visual Studio .NET permite el desarrollo para las Pocket PC 2002 y, con el SDK apropiado, Pocket PC y Smartphone 2003, usando las mismas herramientas y técnicas que el desarrollo para escritorio.

- **eMbedded Visual Tools**: Microsoft eMbedded Visual Tools 3.0 provee un entorno integrado de desarrollo de nivel de entrada para construir aplicaciones móviles, incluyendo los compiladores necesarios, documentación de plataforma y depuración. eMbedded Visual Tools 3.0 incluye Microsoft eMbedded Visual C++® 3.0 (eVC 3.0) y eMbedded Visual Basic® 3.0 (eVB 3.0). Ambas herramientas son entornos de desarrollo separados y no requieren algún otro entorno como Microsoft Visual Studio o Visual Studio .NET, para ejecutarse. Una de las grandes diferencias entre eVT y VS.NET es que la primera es completamente gratuita.

  Para apuntar a un dispositivo basado en Windows Mobile, todas las herramientas requieren una plataforma SDK (Software Development Kit) para el dispositivo al que se apunta. eMbedded Visual Tools incluye el SDKs para todos los dispositivos actuales Windows Mobile, incluyendo la Pocket PC 2002 y Smartphone 2002. Los SDKs para la familia de dispositivos Windows Mobile deberían estar disponibles por el fabricante del dispositivo.

- **AppForge**: AppForge es una librería de programación que permite ejecutar todo tipo de aplicaciones y utilidades realizadas mediante AppForge Personal Edition. AppForge comercializa MobileVB, una potente herramienta RAD (desarrollo de aplicaciones rápidamente) para el desarrollo de aplicaciones en Visual Basic para dispositivos móviles. Las aplicaciones desarrolladas con MobileVB requieren de un componente llamado Booster, el cual se instala en el dispositivo y se encarga de hacer funcionar los programas.
- **J2ME**: *Java 2 Micro Edition*. Propuesta de Java para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Está más enfocado a los SmartPhones que a los PDAs. J2ME surge debido a que los dispositivos inalámbricos tienen menos potencia y mucha menor capacidad gráfica que los PC de escritorio. J2ME representa una versión simplificada de J2SE (Java 2 Standard Edition) pensada para dispositivos con estas limitaciones. J2ME tiene la característica de tener una parte de su API fija, es decir, aplicable a todos los dispositivos inalámbricos y una parte que es específica para ciertos dispositivos. J2ME es una tecnología que permite la creación de aplicaciones que reciban y envíen datos a través de redes inalámbricas.
- **PDA Tool Box**: PDAToolbox sirve para generar aplicaciones para el sistema operativo Palm OS que se ejecuta en dispositivos de tipo PDA de marcas como Palm, Handspring, IBM, Sony, etc. PDAToolbox es capaz de generar aplicaciones que se ejecutan sin ayuda de ninguna biblioteca de funciones adicional, ya que incluye una pequeña biblioteca en los programas que genera. Con PDA ToolBox se puede obtener interactividad total entre el usuario y la aplicación. Herramientas como crear botones, listados, Links entre pantallas distintas, diseñar el icono de la aplicación y todo tipo de elementos de interacción son las que facilitarán al usuario utilizar la aplicación.
- **SuperWaba**: Es un lenguaje basado en java y que está especialmente creado para pequeños dispositivos, como PDAs. SuperWaba es una plataforma para la programación de dispositivos pequeños. Define un lenguaje, una máquina virtual, un formato de ficheros .class y un conjunto de clases base. SuperWaba desciende de Waba (lenguaje de desarrollo para dispositivos móviles) y es compatible con

esta. Es significativamente más complicado de programar que sus competidores VS.NET y J2ME.

1.1.5. Tipos de Aplicaciones Móviles

Una primera clasificación, según la conexión, son las aplicaciones on-line y off-line

- **Off-Line:** aplicaciones que permiten a un usuario operar el dispositivo móvil, ingresar datos y efectuar consultas sin tener una conexión a un servidor remoto, para posteriormente efectuar el proceso de sincronización y registrar los datos capturados durante el período de tiempo. Dicho proceso de sincronización se efectúa en los dos sentidos: cliente-servidor y servidor-cliente, ya que el cliente deberá actualizar sus datos locales cada vez que efectúe sincronización y el servidor obtendrá el registro de los datos que hayan sido capturados por el usuario de la aplicación del dispositivo móvil. Estas aplicaciones se caracterizan por que:
    - Son económicas, pues no requieren sino el dispositivo móvil sin ningún accesorio de conectividad
    - La información que fluye no es actualizada, por lo cual no se pueden manipular datos con prioridades de procesamiento inmediato.
    - Se requiere de una conexión sencilla para efectuar la sincronización, ésta puede ser sincronización local con el PC de la empresa o se puede usar una conexión remota (línea telefónica desde un café Internet, por ejemplo) utilizando un PC como entrada de acceso a la red.
    - Pueden ejecutarse en entornos agresivos (industrial, campo, sótanos), lo que permite al usuario interactuar con la aplicación en el entorno sin tener que preocuparse por la comunicación a un servidor remoto.
- **On-Line:** aplicaciones que permiten al usuario intercambiar información entre el cliente y el servidor en tiempo real. En este caso se almacena muy poca información en el dispositivo móvil, ya que todos los procesos se efectúan en línea. Algunas características son:
    - El costo es mayor que el de las off-line, ya que además del dispositivo, se requiere adquirir accesorios para la conexión inalámbrica, tales como módems inalámbricos y teléfonos móviles que faciliten esta capacidad.

Además de esto, se debe contratar el servicio de transmisión inalámbrica de datos con una empresa local.

- Las aplicaciones están orientadas a ejecutarse en entornos urbanos, donde exista cobertura para la transmisión inalámbrica de datos pues en entornos rurales no existe tal y no funcionaría de manera correcta.

Una segunda clasificación, según las características de la aplicación, nos da aplicaciones móviles, inalámbricas y web.

- **Móviles:** permiten portar aplicaciones y soluciones que no requieren sincronización en tiempo real. Pueden operar conectados a la red (on-line), totalmente desconectados (off-line) u ocasionalmente conectados de manera local. Un ejemplo sería la toma de datos en campo, lecturas de medidores, visitas a clientes, etc. Su aplicación se basa en el uso de cunas de sincronización con los puertos serial y USB, apoyados en el software ActiveSync (en el caso de Pocket) o HotSync (para Palm).
- **Inalámbricas:** permiten la transmisión de información en tiempo real. Son un tipo específico de aplicaciones móviles que permiten a los dispositivos una conexión entre ellos gracias a los puertos infrarrojos, las redes WLAN o las redes de telefonía móvil. Se desarrollan con las mismas herramientas que las aplicaciones móviles, sólo que se necesita hardware adicional en el dispositivo para entablar la comunicación inalámbrica, como es el caso de tarjetas Wi-Fi, dispositivos BlueTooth, módems inalámbricos, dispositivos GPRS y también en la red como serían los Access Point. Estas aplicaciones son útiles si se necesita tener información actualizada del proceso o el acceso a aplicaciones remotas, como es el caso del manejo de inventarios, reportes de tránsito, etc.
- **Web:** aplicaciones en las que gracias a un micronavegador en un dispositivo móvil se puede estar conectados a un servidor a través de una transmisión inalámbrica como GSM, CDMA o Ethernet, generalmente utilizando el protocolo WAP a través de un puente de aplicación inalámbrica. Es acá donde se utilizan herramientas de desarrollo como WAP, XHTML y ASP.NET. Un marco de trabajo amplio en este tipo de aplicación son los XML WebServices, cuyo objetivo es permitir comunicarse entre sí a sistemas heterogéneos dentro y fuera de la empresa. Esta

comunicación es independiente del sistema operativo, lenguaje o modelo de programación.

1.1.6. Conduits

Los *conduits* son la parte fundamental del proceso conocido como *sincronización*, el cual es aquel que busca que la información que esté en la PDA sea la misma que esté en el PC. Por ejemplo: si se está en la calle usando su PDA, probablemente agregue, elimine o modifique contactos de su agenda, pero por otro lado, también se puede hacer lo mismo (incluso al mismo tiempo) desde el PC, por medio del Palm Desktop (un software que viene con la PDA). Obviamente, muchas veces los cambios hechos en un lado son diferentes a los hechos en el otro. La sincronización es, el proceso de resolver esas diferencias. Desde el punto de vista del usuario, la sincronización funciona de la siguiente manera: la PDA viene ya sea con un *Cradle* o con un cable USB para conectar al PC. El usuario presiona el botón de sincronizar en la PDA (o en el Cradle, según sea el caso), lo que hace que la PDA *despierte* y empiece a enviar una serie de paquetes de información al PC. Un programa especial en el PC, llamado un *Synchronization Manager*, recibe los paquetes y los interpreta correctamente. Este software no es otro que el HotSync Manager.

Cuando el HotSync ha recibido el flujo de datos, establece una sesión de comunicación con el dispositivo, y ejecuta una serie de programas llamados *Conduits* (conductos). El trabajo de un conduit es manejar los detalles de la sincronización entre una base de datos en la PDA (PDB) y su contraparte en el PC (puede ser un archivo plano de texto o una Base de Datos relacional).

Los conduits también se pueden ver como un ‘plug-in’ al HotSync. Cada conduit sincroniza una y sólo una aplicación, (aunque sí puede trabajar sobre varios PDBs), por lo que hay que hacer un conduit por cada aplicación que queramos sincronizar. Por supuesto, la gente de Palm ha sido lo suficientemente amable de proporcionarnos conduits para las aplicaciones con las que la Palm viene (Contactos, Calendario, Memos, etc.).

Desde el punto de vista del desarrollador, el trabajo del conduit es abrir una (o varias) base de datos en la PDA, abrir su contraparte en el PC, inspeccionar los registros, analizar si han sido creados/modificados/eliminados y resolver las diferencias entre las dos partes. Por supuesto, cada conduit debe entender el formato particular de la base de datos, por ejemplo, el Memo sólo consiste de un campo de texto (String), mientras que la agenda de contactos tiene varios campos Strings (Nombre, Dirección, Apellido) y varios numéricos (teléfonos). Los tipos de sincronización que un conduit puede hacer son básicamente dos: los de un sentido y los de dos sentidos. Los de un sentido es cuando sólo se necesita transferir información de la PDA al PC (como por ejemplo los mejores puntajes de un Juego) o del PC a la PDA (por ejemplo descargar de la web un mapa digital para verlo en la PDA). Estos son relativamente sencillos de desarrollar. Los de 2 sentidos son los que se necesita enviar información desde y hacia el PC y la PDA. Por ejemplo en nuestro caso: el profesor necesita enviar información al PC, pero desde allí también puede hacer cambios, por lo que también necesita enviar información a la PDA. Incluso puede hacer cambios en ambos lados al mismo tiempo. Estos conduits son significativamente más complejos de desarrollar.
Los conduits no sólo sincronizan, sino que también pueden acceder al sistema de archivos de la PDA, hacer copias de respaldo, crear y eliminar bases de datos e incluso instalar aplicaciones.

1.2. TECNOLOGÍA EMPLEADA

En el numeral anterior se hizo una revisión de toda la tecnología de la Computación Móvil, por lo que acá nos centraremos sólo en el lenguaje de desarrollo utilizado, el dispositivo específico que se adquirió y el intercambio y manejo de datos. Para información acerca de cómo instalar y configurar el software, por favor remitirse al ANEXO C: INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL AMBIENTE DE DESARROLLO.

Para crear el instalador de la aplicación se usó el software *pInstaller 2.4* (www.handx.net/devtool/pInstaller), anteriormente conocido como Conduit Installer Wizard de la casa *HandX Software* (www.handx.net). Es un sencillo programa hecho en Delphi que a través de un archivo XML nos permite una rápida configuración. El software se rige

por la licencia GNU LGPL (GNU Lesser General Public License, formerly the GNU Library General Public License, www.gnu.org/licenses/lgpl.html), la cual, entre otras cosas, permite distribuir y modificar el software. Se usó porque está diseñado específicamente para la instalación de aplicaciones que incluyan un conduit, aunque sin embargo también sirve para aplicaciones usuales.

1.2.1 SOFTWARE DE DESARROLLO

Como ya se vió en la sección 1.1.4. HERRAMIENTAS Y SOFTWARE DE DESARROLLO DISPONIBLE, son muchas las herramientas de desarrollo que se encuentran disponibles en el mercado, tanto de distribución libre como comerciales. Se trabajó con la herramienta libre SuperWaba 4.21b (a partir de la versión 5 la licencia ya no es libre). SuperWaba es una plataforma para la programación de dispositivos pequeños, especialmente PDAs. Está basado en Java y define un lenguaje, una máquina virtual, un formato de ficheros *.class* y un conjunto de clases base. La sintaxis de los programas escritos para SuperWaba es un subconjunto del lenguaje Java.

En 1999 Waba (que inicialmente estaba enfocado a teléfonos celulares) surge como solución a los problemas de J2ME (Java 2 Micro Edition), la plataforma de Java para programar dispositivos móviles. Problemas tales como que está enfocada a los SmartPhones y que la máquina virtual muy lenta y pesada para los dispositivos. SuperWaba surge como mejora de Waba en el 2001 (desarrollado por el brasilero Guilherme Campos Hazan[53]). Debido al método en que ha sido diseñado, los programadores pueden usar herramientas de desarrollo orientadas a JAVA para crear programas que se ejecuten en SuperWaba. Muchas de estas herramientas son baratas e incluso gratis. El formato de los ficheros clase (.class) de SuperWaba son también subconjuntos del formato Java. Sin embargo SuperWaba no deriva de JAVA ni tiene que ver con Sun Microsystems. El lenguaje definido por SuperWaba, su máquina virtual y el formato de los ficheros clase han sido diseñados de forma tal que sean óptimos para su uso en PDAs. Las características de JAVA que usaban mucha memoria o que eran

[53] www.guich.com/resume.html

innecesarias para los PDAs han sido omitidas en el diseño del lenguaje y su máquina virtual.

SuperWaba posee un conjunto de clases base diseñadas para ser lo más pequeñas posible y aun así contener las funcionalidades necesarias para escribir programas profesionales. Contiene también un conjunto de clases que permiten que los programas escritos en este lenguaje puedan ejecutarse en cualquier plataforma que interprete el JAVA. Por ejemplo los programas escritos en este lenguaje pueden ejecutarse en una PalmPilot, Ipaq (bajo Windows CE o Pocket PC), como Applets, o como aplicaciones independientes en UNIX, WINDOWS, MS-DOS e incluso en una calculadora TI (Texas Instruments).

Dentro de las principales ventajas de la máquina virtual de SuperWaba, están:

- Velocidad de memoria optimizada para handhelds
- A diferencia de J2ME, está enfocada a PDAs.
- Soporta excepciones, hilos, numerosos controles de GUI. Dispone de soporte de color y escala de grises, un conjunto de controles en 3D para PalmOS y soporte para librerías Java y JNI.
- Es de distribución libre, incluso para desarrollos comerciales
- Tiene un completo SDK con varias APIs.
- Soportada por más de 14 000 desarrolladores en 150 países[54].
- Portabilidad a Palm, WinCE/PocketPC o cualquier otra plataforma que soporte Java.
- La Máquina Virtual incluyendo las clases bases esta en el orden de los KiloBytes (270 Kb) y necesita muy poca memoria para ejecutarse. Además, tiene un rendimiento mucho mejor que cualquier otra máquina virtual[55]
- Es orientado a objetos (lo que por supuesto potencia los conceptos de modularidad y reutilización de código) e incluye características de Java como el recolector de basura y el chequeo de rangos que agilizan el tiempo de desarrollo y permite la creación de aplicaciones más robustas.

Es de hacer notar que la dificultad en la programación en superwaba es significativamente mayor que en otras plataformas de desarrollo, lo que le añade un valor agregado al proyecto.

---

[54] *SuperWaba France*, www.superwaba-france.com/lib/downfile.php?id=24

Las herramientas utilizadas para desarrollar una aplicación SuperWaba fueron:

- El SDK de SuperWaba. Este SDK incluye la Máquina Virtual y está disponible en sourceforge.net/projects/superwaba y www.superwaba.com.br/en/downloads.asp
- El SDK de Java, también conocido como JDK (desde la versión 1.1.7 en adelante), disponible en java.sun.com/j2se
- El emulador de Palm, llamado POSE (*Palm OS Emulator*) y el simulador de (en nuestro caso) Tungsten E, los cuales se encuentran disponibles en las direcciones pluggedin.palmone.com y www.palmos.com/dev/dl/dl_tools/dl_emulator, previo registro (gratuito). Es importante anotar que para que estos programas funcionen, se necesita una ROM para cargar. Una ROM es una imagen que contiene todo el código usado para una versión específica de Palm OS. En el caso del simulador, la ROM viene con el instalador. Para el emulador, las ROM están disponibles en la página oficial de Palm, previa suscripción.
- Un IDE (*Integrated Development Environment*). Se utilizaron paralelamente tres opciones, todas gratuitas:
    - *MobileCreator* de Tauschke Software (www.tauschke.com). Existen dos tipos de licencias: personal y profesional. Se utilizó la personal, la cual es gratuita.
    - *JCreator* de Xinox Software. Sencillo pero poderoso IDE para Java, al que, con unas pequeñas modificaciones, se puede trabajar con SuperWaba. Gratuito en su edición LE (Light Edition).
    - *Eclipse* (www.eclipse.org). Eclipse es un potente IDE de Java de libre distribución, pero útil para SuperWaba. En orden de poder utilizar Eclipse para desarrollar programas SuperWaba, se debe descargar un archivo *.zip* que contiene las librerías necesarias para que Eclipse entienda el código SuperWaba y seguir los pasos que se enuncian en el Tutorial. El archivo y el tutorial se encuentran en superwaba-ide.sourceforge.net/index.html

Es de hacer notar que todos y cada uno de estos paquetes son Software Libre o Gratuitos en su defecto. El único software comercial que se usó fue el Sistema Operativo (Microsoft Windows).

---

[55] Prueba hecha con Bench2 (www.aldeb.com) con más de 20 MV en una Clié PEG 770-C (33 MHz).

En la parte del PC, se usó la tecnología de Microsoft Active Server Pages (ASP), principalmente por la facilidad de programación (debido a su estructura procedimental –y no orientada a objetos), a la experiencia que los autores teníamos en la misma y a que corre bajo tecnología Windows, sistema operativo que la mayoría de profesores tiene en sus oficinas, escenario en el cual está pensado se desenvuelva la aplicación.

1.2.2 SISTEMA OPERATIVO DEL DISPOSITIVO MÓVIL

El sistema operativo Palm OS es el software de handheld más popular del mundo. ¿Por qué? La respuesta es muy simple: Palm OS hace fácil obtener las cosas que la gente necesita de un dispositivo móvil. Abarca lo esencial que todo el mundo quiere en un pequeño y eficiente paquete, pero también lo hace fácil para usuarios avanzados con expectativas sofisticadas. Es por eso que se puede encontrar un dispositivo móvil bajo la plataforma Palm OS para cada necesidad, desde una PDA básica, hasta una poderosa máquina multimedia, pasando por resistentes dispositivos industriales y comunicadores inalámbricos.

Según Pablo Fernández[56], el éxito de Palm OS se debe entonces a sus capacidades de manejo simples pero poderosas. Este sistema operativo permite un rápido acceso a las aplicaciones handhelds (Otro sinónimo para PDA) más comunes, sin obligar al usuario a realizar numerosos clics. Palm toma ventaja de características adicionales para reducir el consumo de potencia y el costo de sus dispositivos. Las soluciones empresariales basadas en Palm OS facilitan la integración con aplicaciones y bases de datos de amplio uso como Microsoft Exchange, Lotus Notes, Sybase SQL y Oracle 8i Lite, lo que las hace populares entre muchos ejecutivos.

Desde la introducción de la primera Palm Pilot en 1996, la plataforma Palm OS ha definido las tendencias y expectativas de la computación móvil, desde la forma en que la gente utiliza las PDAs como organizadores personales hasta el uso de tales dispositivos

[56] Pablo José Fernández Núñez, *Desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles PDA*. Universidad del Cauca, 2003. www.cintel.org.co/rctonline/noticia.php3?nt=1694&edicion=11

como herramientas esenciales en los negocios, e incluso la habilidad de acceder a Internet o a una base de datos corporativa central por medio de una conexión inalámbrica. Palm OS Garnet es una versión mejorada de Palm OS 5 y provee características como soporte de una gran cantidad de resoluciones de pantalla incluyendo QVGA, área de ingreso de datos dinámica, comunicación empresarial mejorada y Bluetooth; además de ser compatibles con las aplicaciones de versiones anteriores.

Echando un vistazo a lo que será el futuro, vemos que Palm OS Cobalt, anteriormente conocido como Palm OS 6, es la próxima generación de Palm OS. Permitirá la creación de nuevas categories de dispositivos para la industria, educación y entretenimiento. Algunas de las principales ventajas de Palm OS 5 son las siguientes:

- Software incluido: calendario, libreta de direcciones, libreta de contactos, reloj despertador, bloc de notas, memos, calculadora y e-mail, entre otros.
- Gran demanda y aceptación por parte de desarrolladores y casas de software: es possible escoger entre decenas de miles de programas para Palm OS, desde Bases de Datos hasta procesadores de palabra, pasando por mapas, traductores, libros electrónicos y juegos.
- Fácil y eficaz comunicación con el PC: el software HotSync permite hacer copias de *toda* la información en el dispositivo con sólo presionar un botón, pudiéndola rescatar del PC cuando éste se pierda o se dañe.
- Facilidad de ingresar datos, por medio del sistema Graffiti o por el teclado en pantalla.
- Seguridad de la información: la PDA se puede bloquear con una contraseña, además de poder ocultar registros a ojos ‘enemigos’.
- Debido a la capacidad de comunicación infrarroja, Palm OS permite el intercambio fácil de información, incluso el poder utilizar la PDA como control remoto de televisión.
- Soporte de comunicación inalámbrica, incluyendo BlueTooth y Wi-Fi.
- Palm OS no sólo está en PDAs, también en SmartPhones y dispositivos multimedia.

1.2.3 HARDWARE

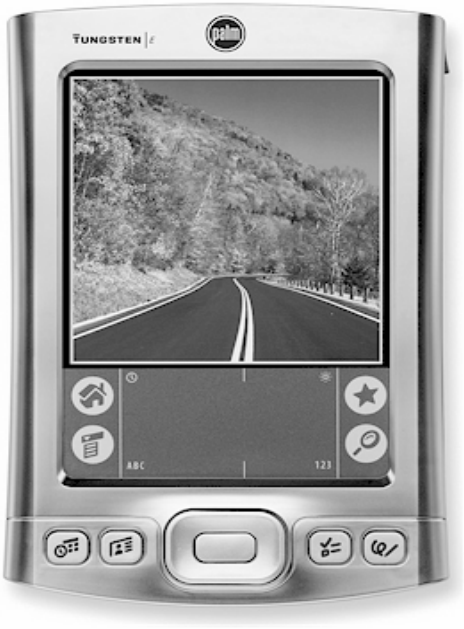


Figura No. 12 Tungsten E

Los dispositivos de la familia Palm cuentan actualmente con aproximadamente el 80%[57] del parque de ordenadores de esta categoría, lo cual los sitúa en una posición privilegiada respecto a los demás. Inicialmente diseñado y manufacturado en 1986 por una empresa independiente, Palm Computing, el dispositivo conocido como Pilot pasó en 1987 a manos de 3Com, quien, con posterioridad, creó una subsidiaria llamada Palm Inc., que es quien hoy se ocupa del desarrollo del sistema operativo Palm OS y la línea de dispositivos con la marca Palm. Los Pilot fueron diseñados como organizadores personales y programables, evolucionando poco a poco hasta lo que hoy es un Palm: un ordenador móvil capaz de atender las necesidades de los usuarios. En principio, el dispositivo y el software que había en su interior eran un todo inseparable, pero desde finales de 1997, y tras una primera experiencia con IBM, Palm Inc. inicia el proceso de ofrecer bajo licencia su sistema operativo, llamado Palm OS, a cualquier fabricante que desee utilizarlo. Aparte de Palm, actualmente podemos encontrar ordenadores móviles con el Palm OS de fabricantes como Symbol, Handspring, Sony o TRGpro. También han licenciado dicho sistema empresas de telefonía móvil como Nokia. Para el proyecto se adquirió una Tungsten E, con procesador ARM y 32 MB de memoria. Sus principales características son:

- Pantalla transflectiva TFT a color de 16-bit, de 320x320 soportando 65,000 colores.
- Dimensiones: (pulgadas) 4.5" x 3.1" x 0.5"; Peso: 4.6 Onzas.
- Procesador Texas Instruments OMAP311 ARM.
- Sistema Operativo Palm OS ® 5.2.1
- Batería de Litio Recargable.
- Soporta audífonos de 3.5mm.
- Ranura de expansión. Soporta SD, SDIO y MultiMediaCards.

[57] PCWORLD en español. *La plataforma Palm Informática móvil*. Número 172, sección “Práctico”, página 304.

- Reconocimiento de letra manuscrita por el sistema Graffiti.
- Sincronización por medio de HotSync a través de Cradle.

En la parte del PC, se usaron dos computadores basados en Windows: uno con Windows XP SP1 y otro con Windows 2000 SP4. La razón de usarlos fue el servidor Internet Information Services (IIS) que viene en tales sistemas operativos, el cual es idóneo para servir las páginas ASP en las cuales se desarrolló la aplicación del escritorio.

1.2.4 MANEJO DE DATOS

Una capacidad muy interesante que ofrece un PDA es la posibilidad de almacenar datos de forma persistente, ofreciendo al usuario de una aplicación la funcionalidad de capturar información durante un periodo de tiempo para posteriormente almacenar esta información en un, por ejemplo, servidor empresarial remoto. Para el desarrollo de aplicaciones que sigan este esquema, se tienen varias alternativas, como manejo de persistencia a través de motores de BD reducidos (Oracle 9i Lite, Microsoft SQL Server CE Edition, IBM DB2 everyplace, Handbase, etc.) o a través de funcionalidades ofrecidas por herramientas de desarrollo (Superwaba y J2ME ofrecen su propio manejo de persistencia de datos). La opción escogida fue la de trabajar con archivos PDBs *(Bases de Datos Palm)* en el dispositivo, y, por medio de un Conduit, sincronizarlas con el PC (Servidor web), donde en una Base de Datos relacional (MySQL) se almacenan los datos.

1.2.4.1 Conduit

Como ya se vió en 1.2.7. CONDUITS, los Conduits son programas que trabajan con la información de la PDA y del PC, haciéndola consistente y confiable. En el mercado existen varias herramientas para desarrollar conduits, como se ve en:

- www.palmspot.com/software/Development/Conduit
- www.palmos.com/dev/tools/desktop_cond.html
- applications.palmsource.com/Software/Solutions.asp?Ent=&PCID=29&PSCID=121
- applications.palmsource.com/Software/Solutions.asp?Ent=&PCID=29&PSCID=88

Varias fueron las opciones consideradas. Fueron descargadas de Internet, instaladas, trabajadas, evaluadas y sometidas a un análisis teniendo en cuenta los aspectos que se observan a continuación:

- **Lenguaje:** se trató de escoger un lenguaje que fuera de nuestro dominio, ya que esto reduce significativamente el tiempo de desarrollo. Es por eso que se descartaron las opciones de Pascal, Delphi, XML y lenguajes propietarios.

- **Costo:** como se desea que los profesores usen la herramienta, y teniendo en cuenta que van a incurrir un gasto significativo como el de la PDA (poco menos de un millón de pesos –a Noviembre de 2004), establecimos que no deberían pagar por software adicional al estrictamente necesario (como es el caso de DB2, SQL Anywhere Studio o Oracle Lite, donde por ejemplo se debe comprar no sólo el motor de base de datos embedido, sino el normal de escritorio). Además, es un buen enfoque el utilizar herramientas que no representen gasto de dinero (al menos no mucho) en el desarrollo del proyecto.

- **Documentación y Ejemplos:** como en todo el software de desarrollo, el soporte de una buena documentación con ejemplos es fundamental, y más teniendo en cuenta la novedad de la Computación Móvil en la Escuela. Las opciones que contaban con Foros, Grupos de Noticias y abundantes Sitios Web tuvieron la prioridad.

- **Integración con HotSync:** La integración con HotSync es una ventaja en cuando a la facilidad de instalación del Conduit y de uso para el usuario, quien prácticamente no se tiene que preocupar por nada, excepto por sincronizar correctamente su dispositivo, como lo haría sino tuviera nuestro software.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las principales opciones encontradas y sus características:

SOFTWARE	LENGUAJE	COSTO	DOCUM. Y EJEMPLOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	INTEGR. CON HOTSYNC
Palm OS Conduit Development Kit (CDK)	C++ 6, C++.NET, Visual Basic 6, Delphi	Gratuito	Excelente	Wizard para C++.NET. Posee un news con más de 13.000 mensajes	Un poco complejo de codificar	Sí
CDKJ (alias JSync)	Java	Gratuito	Excelente	Ayuda en el desarrollo de instaladores	Un poco complejo de codificar	Sí
EHand Connect for Palm	VisualBasic6	Gratuito (por un año)	Bueno	De fácil comprensión. Bajo consumo de recursos.	El producto se descontinuó en el 2002, además de no tener amplia información en Internet	Sí
Oracle Lite	(propietario)	-	Excelente	Muy completo: incluye SDK, server (para sincronización) y Base de Datos. No trabaja sólo bajo Windows.	Necesita varios componentes, entre ellos Oracle. Gran consumo de recursos.	No
jSyncManager	Java	Gratuito	Malo	Fácil de Codificar. Tiene un 'puente' para con el CDKJ. Soporta Linux.	Por sí sólo no soporta USB en Windows, por lo que toca usar jUSB	-
Conduit Factory	Pascal	-	Malo	-	-	-
ApSync	-	Gratuito	Regular	Buen manejo de Bases de Datos. Permite realizar sentencias SQL sobre bases de datos Palm.	No trabaja con PDBs usuales, sino con formato propietario.	-
SQL Anywhere Studio	(propietario)	-	Malo	Incluye server (para sincronización).	Complejo de configurar y acostumbrarse. Consume muchos recursos del sistema y requiere estar instalado para que el producto final funcione	No
Top Sync	VisualBasic6	US$40	Malo	Incluye server (para sincronización).	Preferencia por Satellite Forms. No realiza sincronización *two-way*	No
IBM DB2 everyplace	(propietario)	US$60-US$1800	Excelente	SuperWaba tiene librerías especiales para él. Soporta sentencias SQL. Tiene server para sincronización. No trabaja sólo en Windows	Gran consumo de recursos. Tiempos de respuesta demorados.	No
XMLmax	XML	-	Regular	permite realizar interfaz gráfica integrada al Palm Desktop	No soporta *two-ways* conduits	Sí

Tabla No.3 Comparación de Software de Desarrollo de Conduits

Teniendo en cuenta la anterior tabla, se preseleccionaron dos herramientas: *Palm Conduit Development Kit* (en su versión Java) y *EHand Connect*, con éstas herramientas se hicieron dos conduits de prueba, debido a que se quiso conocer dos enfoques diferentes de desarrollo. Finalmente se optó por *Palm Conduit Development Kit* para el desarrollo del conduit de este trabajo.

1.2.4.2 Base de Datos

Las Bases de Datos se usaron tanto en el dispositivo como en el PC. En el dispositivo habían dos opciones: utilizar un motor de base de datos *embedido* dentro de la PDA, pero con las funcionalidades básicas disponibles o usar las *Bases de Datos Palm* usuales, léase archivos .PDB. Se optó por la segunda opción, ya que los diferentes motores embedidos (DB2, OracleLite, abcDB, SprintDB, DB Editor, dbNow, HanDBase) o son pagos (algunos muy caros) o no tienen interfaz (al menos no fácil) con SuperWaba. Su gran problema es que no soporta el lenguaje SQL (Structured Query Language - Lenguaje de Consultas Estructurado) por lo que hacer querys que impliquen JOINs entre varias tablas de hace una tarea significativamente más complicada que si se dispusiera de sentencias SQL. Además de pagar este precio, que el modelo de datos puede sufrir modificaciones que normalmente no tendría.

En el PC se escogió MySQL, porque tiene un tipo (una de varias) de licencia que permite utilizarla gratuitamente (con tal de que no de distribuya, entre otras condiciones), porque es muy rápida y porque se tenía previa experiencia en su manejo. Se utilizó el modelo de Bases de Datos relacionales y su diagrama Entidad/Relación para modelar los datos, ya que se tiene amplia experiencia en el tema, además de ser el enfoque que la Escuela nos brindó en sus diferentes materias del tema. MySQL es un motor de bases de datos, que desafortunadamente no tiene una GUI (Interfaz Gráfica de Usuario, por sus siglas en inglés) que facilite el trabajo, se optó por la herramienta *SQLyog*, la cual se puede descargar gratuitamente del sitio web de WebYog, la casa desarrolladora del producto: www.webyog.com/sqlyog/download2.html Es un software muy liviano pero potente con el cual se había tenido la oportunidad de trabajar y brinda una gran facilidad a la hora de administrar una Base de Datos MySQL. Respecto a la sincronización entre las Bases de Datos del PC y de la PDA, se usó principalmente los Conduits, como ya se vió, aunque en realidad éstos hacen uso de las dos tecnologías que hacen posible que se *comuniquen* con MySQL: Java Data Base Connectivity (JDBC) y Open Data Base Connectivity (ODBC), para Jsync y EHand, respectivamente.

JDBC 3.0 proporciona mediante un conjunto de clases Java, acceso a datos desde el lenguaje de programación Java, según su documentación oficial. JDBC viene incluido en el J2SDK SE, por lo que no tuvo que descargarse aparte del SDK usual de Java. Requiere de un driver para poder conectarse con MySQL, para lo que se utilizó el dado por la misma MySQL AB (empresa desarrolladora de MySQL), Connector/J, el cual es un driver Tipo IV (*Native-protocol pure Java driver*) que hace llamados directamente en el protocolo de red de MySQL, convirtiéndose en una excelente opción para acceso a Intranets[58], como es nuestro caso.

ODBC, según la documentación oficial de Microsoft, es una *Interfaz de programación de aplicaciones que permite a las aplicaciones obtener acceso a los datos de varios orígenes diferentes. Es una especificación estándar para obtener acceso a bases de datos multiplataforma*, es decir, que nos podemos conectar fácilmente a casi cualquier motor de Base de Datos. ODBC requiere también de un driver, en el que en el caso de MySQL se usó el propocionado por MySQL AB, llamado MyODBC.

1.2.4.3 Servidor Web

Básicamente la funcionalidad del Servidor Web es interpretar y ejecutar los scripts de las páginas ASP, las cuales a su vez interactúan con la Base de Datos a partir del mencionado ODBC.

1.3 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS

La labor educativa universitaria se ha considerado a lo largo de muchos años como la simple transmisión de información por parte del profesor hacia sus estudiantes. Sin embargo, las tendencias actuales de la educación promueven, entre otras cosas, nuevos modelos pedagógicos, en los cuales el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la evaluación integral juegan un papel preponderante. Al respecto, Turrent Rodríguez afirma que:

[58] Según la documentación oficial de JDBC, contenida en el J2SDK en la carpeta /docs/guide/jdbc

> "Indudablemente la función del maestro hoy en día ha cambiado poderosamente, de ser el transmisor del conocimiento, hoy su papel adquiere otras dimensiones: La de mediador y formador. Hoy el centro del aprendizaje es el alumno, el maestro tiene como función la mediación pedagógica entre el conocimiento, el medio y el alumno"[59].

Antiguamente la educación se caracterizaba por:

- La transmisión de información del profesor a sus estudiantes, considerados simples *receptores* del conocimiento.
- La ubicación de fuentes de conocimiento solamente en el profesor y los libros.
- La centralización de la recepción de conocimientos en las aulas, colegios, universidades y demás institutos/recintos educativos.
- El uso de bibliotecas como fuentes de conocimiento complementarias.
- Una concepción de la evaluación como la reproducción de conocimientos adquiridos desde el maestro.

Sin embargo, las tendencias actuales exigen una educación caracterizada por:

- La provisión por parte de los educadores de un conjunto de condiciones, instrumentos y metodologías para facilitar a los educandos la tarea de construcción de conceptos, competencias, actitudes y valores.
- La ubicación de fuentes del conocimiento en los educadores, educandos, autores.
- La descentralización de la comunicación educandos-educador, la cual también se realiza en diferentes tiempos.
- El acceso a centros de información, bibliotecas, autores, educadores, expertos y educandos de distintas partes del mundo, a través de las redes de comunicación.
- Una concepción de la evaluación como la valoración de procesos realizados, conceptos, competencias, aptitudes y valores.

Vemos como las diferencias son notables; sin embargo, el principal problema a resolver no ha cambiado, pues sigue siendo lograr que las personas construyan los conocimientos, actitudes y valores que necesitan para vivir en sociedad exitosamente, lo que significa ofrecer experiencias de aprendizaje que favorezcan una formación integral. Ahora, es de

[59] Turrent Rodríguez, Araminda. *La Mediación Pedagógica.* Universidad de La Salle, México.

vital importancia reconocer la gran relevancia que tiene la valoración en el proceso de enseñanza. Nieto Estévez se pronuncia apropiadamente al respecto:

> "La evaluación educativa tal como se ha concebido hasta ahora es el resultado de una serie de discusiones que se dieron a lo largo de este siglo. Tales discusiones estuvieron marcadas por algunas tendencias de la investigación científica, particularmente fundamentadas en el Positivismo que privilegia la medición, la cuantificación y la experimentación controlada. En este sentido se destacaron, por una parte, las llamadas pruebas de inteligencia y por otra, las teorías administrativas que han buscado mejorar la planificación y controlar sus procesos con base en objetivos. Esta tendencia de la investigación científica se hizo extensiva al ámbito de las Ciencias Sociales, particularmente, al campo de la educación, lo que dio pie a la evaluación cualitativa, de alguna manera fundamentada en las líneas de la Teoría Crítica, la Epistemología Genética y el Racionalismo Crítico"[60].

Tal evaluación cualitativa actualmente está considerablemente ausente del sistema escolar Colombiano, a nivel de educación básica primaria y secundaria. En la parte Universitaria, podríamos decir que la evaluación cualitativa debería *evolucionar* o fundirse con la evaluación cuantitativa, teniendo una visión mucho más holística del estudiante y de su proceso de aprendizaje. Esta evolución o fusión no es más que la *Valoración Integral*.

Evaluación Tradicional	**Nueva Evaluación**
Predomina el interés por la medición y por los datos estadísticos	Buscar ir más allá de la cuantificación para lograr una visión más comprensiva teniendo en cuenta el contexto y los factores que inciden en el proceso pedagógico. En este sentido se dice que la nueva evaluación tiene un interés interpretativo y crítico.
Se orienta más a los resultados o productos	Sin prescindir de los resultados, tiene en cuenta los procesos.
Se realiza centrada en lo cognoscitivo, especialmente en la memorización de información.	Es integral, cubre además de lo cognoscitivo, las habilidades y destrezas así como lo afectivo, lo actitudinal y lo valorativo.

www.ulsa.edu.mx/public_html/publicaciones/onteanqui/b20/mediacion-p.htm

[60] Nieto Estévez, Luddy Patricia. *Las TIC y la enseñanza de la Bacteriología y el Laboratorio Clínico.* Universidad Industrial de Santander, Noviembre 2003. Páginas 48-49.

Es más de carácter autoritario y tienda a ser vertical, básicamente del docente al alumno, utilizada algunas veces para sancionar.	Tiende a ser más de corte democrático y se diría que es horizontal, es decir participativa, y se utiliza como una estrategia de motivación básicamente para mejorar.
Se da al finalizar un período determinado.	Es permanente y continua.
Predomina la aplicación de pruebas	Sin prescindir de las pruebas, se recurre a múltiples procedimientos.
Se caracteriza por su rigidez.	Es flexible y abierta.
Se preocupa por la objetividad.	Considera que la objetividad, en sentido estricto, es inalcanzable, razón por la cual se puede afirmar que cuando se trata de evaluar alumnos estamos realizando una acción intersubjetiva, pues la acción de evaluar es una acción comunicativa.
No le interesan las diferentes circunstancias y contextos que se puedan presentar.	Busca analizar en forma global los logros, dificultades o limitaciones del alumno y las causas y circunstancias que, como factores asociables, inciden en su proceso de formación. De esta manera la evaluación se constituye en una guía u orientación para el proceso pedagógico.

Tabla No[61].4 Comparación entre las Evaluaciones

Es claro entonces que la transición de la evaluación tradicional hacia la valoración integral es algo necesario, debido a las limitaciones que la primera presenta, como la dependencia casi exclusiva de la realización de exámenes estructurados para evaluar todo tipo de contenido, el cual, aunque tiene aspectos positivos, presenta dificultades para evidenciar aprendizaje, comprensión, logros, motivación y actitudes en el estudiante. Es así como surge la opción de la *Valoración*, el cual busca mejorar en varios sentidos el proceso educativo actual, tal y como vemos en el siguiente aparte:

> "Otro tipo de valoración, la Integral, está tomando fuerza para valorar los trabajos del estudiante a lo largo de un período de tiempo con tres objetivos principales: suministrar al estudiante información precisa sobre las áreas en las que debe mejorar; indicar al maestro los cambios que debe realizar con el fin de mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje; y ofrecer a la institución información sobre los avances del estudiante. Para algunos autores los dos primeros objetivos constituyen evaluación formativa y la última evaluación sumativa. Siempre y cuando estas se puedan medir"[62].

[61] Burgos, Fernández, González, Mendoza, Navarro y Niño. "La evaluación en el aula y más allá de ella". Ministerio de Educación Nacional, 1997. Página 20-21.

Fuentes de Información	Instrumentos
• Observación del Profesor. • Realización de Proyectos. • Experimentos / Demostraciones. • Productos escritos. • Investigaciones. • Debates. • Portafolios. • Revisión y discusión de documentos.	• Valoración de Desempeño. • Auto-valoración. • Matriz de Evaluación. • Evaluación Tradicional. • Valoración de Portafolios. • Examen Oral.
Aspectos Positivos	**Aspectos Negativos**
• Se realiza a lo largo del tiempo y cubre un amplio especto de los desempeños del estudiante. • Al construirse en un plazo amplio de tiempo, refleja crecimiento, madurez y profundidad en el aprendizaje. • Involucra el aprendizaje de situaciones de la vida real y problemas significativos de naturaleza compleja. • Exige que el estudiante construya las respuestas. Alienta al estudiante para que se comprometa con su propia valoración. • Evalúa niveles cognitivos de orden superior. Para dar una buena respuesta, el estudiante necesita habilidades adquiridas en otras materias dándose así una integración curricular. • Suministra información precisa al docente para optimizar el proceso de aprendizaje. • El estudiante puede participar en el diseño de las herramientas de evaluación. • Suministra información al estudiante sobre las áreas en las que debe mejorar.	• Su aplicación toma un tiempo mayor. • Su implementación puede resultar más costosa.

Tabla No.5[63] Valoración Integral

No hay que olvidar que en últimas, la evaluación tiene la finalidad de, entre otras, diagnosticar el estado de los procesos de desarrollo del alumno y pronosticar sus tendencias; asegurar el éxito del proceso educativo; identificar las características personales, los intereses, los ritmos y estilos de aprendizaje; identificar dificultades, deficiencias y limitaciones; afianzar los aciertos y corregir oportunamente los errores; proporcionar información para reorientar o consolidar las prácticas pedagógicas; obtener información para tomar decisiones y, en general, orientar el proceso educativo y mejorar

[62] Eduteka, Fundación Gabriel Piedrahita U. "La Valoración Integral como Fuente de Información". Comentario Editorial, Edición 19(8) Jun 05 al 26/2004 www.eduteka.org/comenedit.php3?ComEdID=0013

su calidad. En definitiva, el proceso de valoración refleja los conocimientos, la comprensión y las actitudes del estudiante frente a su proceso de aprendizaje, mientras que el proceso de evaluación muestra la calidad del desempeño, es decir, los resultados del estudiante con base en el programa curricular.

Otro importante aspecto de la *innovación educativa* es que debe apoyarse en las ventajas para el manejo de la información y el desarrollo de procesos que ofrecen las Tecnologías de la Información y la Comunicación, más conocidas como TIC. Son varios los conceptos que existen de las TIC (por ejemplo el de Gisbert[64]), pero escogemos el dado por Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras y Ramón en *Aula Virtual: una alternativa en educación superior*: las TIC son "agentes simbólicos que posibilitan el almacenamiento de información, favoreciendo que la mente pase de ser un sistema de almacenamiento a un sistema organizador, recuperador, analizador y procesador de distintos tipos de información. Con el uso de las TIC se debe desarrollar la habilidad para acceder eficiente y significativamente a la información que se necesite". Las TIC también son consideradas como "procesos científicos cuyo principal objetivo es la generación de conocimientos, que a la postre incidirán en los modos de vida de las sociedades, no sólo en un ámbito técnico o especializado, sino principalmente en la creación de nuevas formas de comunicación y convivencia global"[65]. La educación no puede quedar al margen del uso de las TIC, puesto que éstas,

> "han invadido todas las áreas y actividades humana en las últimas dos décadas produciendo verdaderos mega cambios en la manera de hacer las cosas. Las telecomunicaciones, la medicina, y el transporte, por citar algunos ejemplos, presentaron cambios dramáticos con la utilización de estas tecnologías desde comienzos de los años ochenta. La aparición de las redes informáticas y posteriormente del Internet potencializaron en varios grados de magnitud la funcionalidad de las TIC. Mientras tanto, paradójicamente, la escuela estuvo por mucho

---

[63] Ibid.

[64] *El conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes de la información y canales de comunicación relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información.* González, A.P.; Gisbert, M.; Guillen, A.; Jiménez, B.; Lladó, F. y Rallo, R. *Las nuevas tecnologías en la educación*. En Salinas et. al. Redes de comunicación, redes de aprendizaje. EDUTEC'95. Palma: Universitat de les Illes Balears, pág. 413.

[65] Centro nacional de tecnologías de información (CNTI), Ministerio de Ciencia y Tecnología, Gobierno Bolivariano de Venezuela. portal.cnti.ve/queson.html

> tiempo indiferente a la aparición de las nuevas tecnologías, sus procesos y materiales no eran muy diferentes a los de comienzos del siglo XX, cambiando solo la tiza por el marcador –en algunos casos– y permaneciendo ajena a la llegada de la *era de la información.* Afortunadamente en los noventa se comenzó a recuperar el tiempo perdido, introduciendo las TIC en las escuelas, creando nuevos entornos de enseñanza / aprendizaje, y por ende nuevos roles para las instituciones educativas y sus docentes, y comenzaron a aparecer nuevos materiales educativos"[66].

Entre las ventajas de las TIC que es posible aprovechar en procesos educativos es su posibilidad de "facilitar el tratamiento, presentación y comprensión de cierto tipo de información, ya que posibilitan el tener gran cantidad de información ordenada y relacionada"[67].

Es por tanto, importante y necesario que los docentes, quienes al final serán quienes usen/apoyen las TIC, tengan una actitud positiva respecto a las ventajas que ofrece su uso. Aunque no se debe generalizar para todo el profesorado universitario, no son raros los profesores que "reaccionan ante la *irrupción* de las TIC como si se tratase de una perturbación que de alguna manera amenazara su forma de enseñar. Esto hace que la presión externa sobre el tema le haga adoptar posturas tal vez demasiado conservadoras y se sitúe a la defensiva"[68]. Y esto se debe en gran parte a la falta de información de los profesores sobre las posibilidades de las TIC, así como la falta de infraestructura y de incentivos para el cambio (escasa valoración de esta tarea). En las tendencias para el trabajo en el aula se señala como una estrategia ventajosa, el aprendizaje colaborativo que "se puede considerar como un modelo educativo innovador que propone una manera distinta de organizar lo que sucede en el aula e implica agrupar a los estudiantes en equipos pequeños y heterogéneos para potenciar el desarrollo de cada uno de éstos con la colaboración de cada uno de los demás miembros del equipo" [69].

---

[66] Navas, Luis. *Tecnologías de la Información y Comunicaciones*. Facultad de Ingeniería, Departamento de Informática y Telecomunicaciones, Corporación Universitaria Minuto de Dios. Bogota, 2004. academia.uniminuto.edu/docentes/modulos/tecnoinfocomun.pdf

[67] Nieto Estévez, Página 79. Op.Cit., p. 23

[68] Ibid. P. 90

[69] Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Aula Virtual: una alternativa en educación superior. UIS, 1ª Edición. Bucaramanga, Colombia, 2003. Página 52.

Dos de las respuestas a la pregunta de por qué el aprendizaje colaborativo tiene hoy tanta importancia (a sabiendas que es un fenómeno con orígenes ancestrales), son que la revolución tecnológica reúne características que son especialmente poderosas para la colaboración (el uso de las TIC es este contexto es más efectivo ya que la información se puede almacenar y actualizar en cualquier momento y lugar) y que "las teorías del aprendizaje hasta mediados del siglo XX acentuaron el conocimiento individual, por sobre el social. A fines del siglo pasado, el enfoque sociocultural valorizó lo social como complemento al proceso cognitivo personalizado de cada individuo"[70].

Los cinco principios del aprendizaje colaborativo constituyen sus componentes esenciales, o sus características propias, que hacen que un grupo colaborativo en la práctica, pueda funcionar de forma eficiente, y pueda corroborar que los esfuerzos colaborativos pueden ser más productivos que los competitivos y los individuales. Estos son interdependencia positiva, es decir, la organización y funcionamiento al interior del grupo; interacción promotora cara a cara, lo que se puede entender como facilitar el éxito del otro[71]; responsabilidad individual y grupal; habilidades interpersonales y de equipo; y procesamiento grupal ó reflexión continua del desempeño del grupo.

Dentro del aprendizaje colaborativo el docente cumple roles como los siguientes:

- Especificar los objetivos de la actividad
- Tomar decisiones previas a la enseñanza
- Explicar la tarea y la estructura de objetivos a los estudiantes
- Poner en marcha la actividad colaborativa
- Controlar la efectividad de los grupos de aprendizaje colaborativo e intervenir cuando sea necesario
- Evaluar los logros de los alumnos

[70] Zañartu, Luz María. *Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red.* Contexto Educativo, revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías, Número 28, Año V. contexto-educativo.com.ar/2003/4/nota-02.htm

[71] "(…) ser mutuamente responsables del aprendizaje de cada uno de los demás". Johnson, David y Johnson, Roger. Aprender Juntos y Solos. Aprendizaje Cooperativo, competitivo e individualista. Editorial Luque, Argentina, 1999.

Por último, es justo decir que el aprendizaje colaborativo no genera resultados inmediatos, sino que requiere tiempo, esfuerzo y perfeccionamiento continuo, a través de un *quehacer* reflexivo y planificado, por parte tanto del docente como del estudiante.

1.4 ESTADO DEL ARTE - COMPUTACIÓN MÓVIL EN LA EDUCACIÓN

1.4.1 En el Mundo

Alrededor del mundo, y especialmente en los países de mayor desarrollo, la computación móvil ha avanzado a pasos agigantados hacia las aplicaciones educativas y, en general, para el sector académico. Apoyados en una cantidad de recursos significativa y un conocimiento profundo sobre el tema, se han adelantado numerosos proyectos con diversos resultados en diferentes lugares e instituciones de Norteamérica y Europa principalmente, la mayoría de ellos no sólo enfocados a los docentes sino a los estudiantes y comunidad en general. También van más allá del uso de la PDA como soporte en el manejo de información referente al proceso de enseñanza y lo complementan con una infraestructura de comunicaciones inalámbrica, permitiendo la interacción y comunicación entre los distintos actores existentes. Para tener una idea, el 50.6% de las Universidades estadounidenses tienen una WLAN y el 6.8% tienen cobertura total en sus instalaciones (en todo el campus)[72]. Veamos algunos usos de la tecnología móvil:

- **Universidad de Minnesota Duluth**[73] (Estados Unidos): Con los objetivos de proveer un ambiente de aprendizaje donde el estudiante pueda desarrollar habilidades computacionales avanzadas necesarias para ser exitosos científicos o ingenieros y desarrollar una tecnología educacional de punta, para poder suministrar una educación de clase mundial, la UMD a través de su Escuela de Ciencia e Ingeniería, en asocio con Compaq[74], entregó a sus estudiantes de Ciencias de la Computación, Ingeniería Eléctrica y Computacional, Ingeniería Industrial e Ingeniería Química, más

[72] Green K, *The 2001 National Survey of Information Technology in US Higher Education* www.campuscomputing.net
[73] University of Minnesota Duluth. Duluth, Minnesota, 2002. www.d.umn.edu/cse/techreq0304.html
[74] Compaq® Computer Corporation (antes de su fusión con Hewlett-Packard).

de 400 iPaq H3650 y H3950, soportados en una WLAN de más de 20 Hubs inalámbricos alrededor de todo el campus universitario (ver Figura No.6).

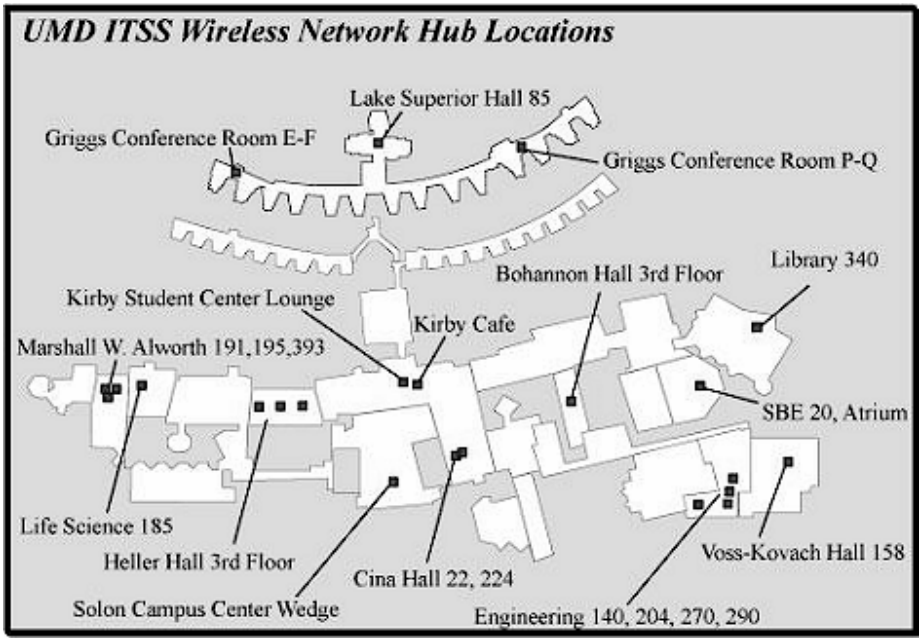


Figura No. 6 Ubicación de Hubs de la Red Inalámbrica en la UMD

También se les suministró ayuda en la configuración del dispositivo, una semana de capacitación, documentación digital e impresa y reparación y mantenimiento de los dispositivos. Se encontró que el uso más común que los estudiantes les dieron a los dispositivos dentro de clase fueron tomar notas, hacer exposiciones Power Point[75], realizar ejercicios matemáticos, participar en encuestas en-línea y búsqueda de información de referencia. Fuera de clase se usó más en navegar a través de un browser (principalmente en la búsqueda de información académica como programa del curso, tareas, lecturas, guías de estudio y sitios web afines), revisar el correo electrónico, experimentar software, programar y participar en encuestas en-línea (donde se les preguntaba por ejemplo cómo se habían sentido con la PDA y dónde quisieran que instalaran un Hub inalámbrico). También se les suministró software específico para cada asignatura, facilitando el proceso de acoplamiento para con el

[75] Microsoft® Power Point®. Microsoft Corporation, todos los derechos reservados.

dispositivo. Entre otras aplicaciones, lo más usual fue: referencia a documentos interactivos, ejercicios interactivos, documentos de referencia, documentos explicativos, ejercicios animados y quices interactivos. En general, se determinó que el 68% del uso de los dispositivos fue relacionado con la academia.

- **Universidad de Dakota del Sur**[76] (Estados Unidos): La tecnología móvil de Palm (La USD escogió Palm como su SO) ha impactado en la experiencia educativa de los estudiantes de la USD en al menos 4 formas: primero, les permite desarrollar sus habilidades profesionales a través del manejo de su tiempo (agenda), correo y llevar un control de sus actividades, tanto individuales como de grupo. Segundo, la Palm les permite a los estudiantes tener acceso rápido y móvil al calendario y programa del curso, tareas de las asignaturas, trabajos de referencia y otro material relacionado con las materias.

  Tercero, los estudiantes pueden tener comunicación inmediata con la facultad estando en clase: tienen la posibilidad de apartar citas, entregar tareas (electrónicas) y enviar/recibir información como URL[77]'s, lecturas y otros requerimientos académicos. Por último, la movilidad y utilidad de la Palm, les provee a los estudiantes un mecanismo de motivación para convertirse en usuarios de la tecnología, incluyendo aplicaciones web, de oficina y algunas más específicas como sistemas de posicionamiento global. La Universidad provee "estaciones de sincronización" alrededor del campus para que los alumnos carguen la información deseada.
- **Escuela de Derecho de Stanford**[78] (Estados Unidos): apoyados en una amplia infraestructura con Access Point (de doble vía) estratégicamente posicionados y un portal web personalizable, *myStandford*, los estudiantes pueden revisar las horas de atención de la facultad, números telefónicos, e incluso locaciones y aulas de clase por medio de mapas del campus en sus PDAs. También existe la posibilidad de cargar sus horarios de clase en los dispositivos y acceder a las últimas noticias y eventos de la Universidad.
- **Universidad de Kansas**[79] (Estados Unidos): Los PDAs se utilizan para capturar, en tiempo real, datos acerca del desempeño de los profesores *pre-service* (PST -

[76] University of South Dakota. Vermillion, South Dakota, 2001. www.usd.edu/pda
[77] *Uniform Resource Locator*, localizador uniforme de recurso.
[78] Stanford Law School, Palo Alto, California. www.stanford.edu www.palmone.com/us/education/studies/study40.html
[79] Kansas State University Manhattan. Manhattan, Kansas, 2001. www.ksu.edu www.palmone.com/us/education/studies/study11.html

aquellos que aún están en pregrado o que ya se graduaron y se están preparando para ser profesores). Estos datos pueden ser después descargados del servidor institucional de la universidad, donde se les pueden dar varios usos: suministrar retroalimentación a los PST acerca de su desempeño con los estudiantes, permitir a la facultad identificar patrones de comportamiento, comparar grupos de PST y así mejorar el manejo del salón, permitir el fácil manejo y distribución de documentos para profesores y PST y otras formas aún por ser descubiertas. Inicialmente se pensó el portátiles, pero eran muy pesados e incómodos, por lo que finalmente se decidió por la Palm m505 color, complementado por un teclado portátil para facilitar el ingreso de datos.

- **Universidad de Carolina del Norte**[80] (Estados Unidos): Esta universidad tiene WLAN desde 1999. Aprovechando esta infraestructura, la UNCW ha venido desarrollando dos proyectos de cómo aplicar tal tecnología en la educación universitaria y escolar. El proyecto *Numina*[81], una cooperación entre la UNCW, Pearson Education (la misma editorial Prentice Hall[82]) y Hypercube, tiene como objetivo facilitar el aprendizaje de conceptos abstractos científicos y matemáticos a través de la integración de multimedia, ejercicios interactivos y materiales con hipertexto en el salón de clase.

  Usando un handheld equipado con el software apropiado y conectado a una red inalámbrica, los estudiantes tienen acceso a una variedad de recursos web que pueden ayudarlos a aprender conceptos de química, matemática y ciencia de la computación. Esto también mejora la experiencia de aprendizaje aumentando las interacciones entre estudiantes y entre estudiante y profesor. Una de las muchas aplicaciones del proyecto es el *Student Response System* (SRS - "sistema de respuesta del estudiante"), un espacio de opinión/respuesta interactivo para utilizar en grandes salones. El contexto consiste en 4 Access Points Cisco Aironet y 100 dispositivos Hewlett-Packard Jornada 565 y 680 Handheld PC (ver Figura No.7) soportados por el SO Pocket PC.

---

[80] University of North Carolina at Wilmington. Wilmington, North Carolina, 2001. www.uncw.edu aa.uncw.edu/numina/documents/internet%20watch%20final.pdf

[81] aa.uncwil.edu/numina

[82] www.prenticehall.com

Figura No. 7: Cisco Aironet y HP Jornada 680 Handheld PC

Los estudiantes usan las PDAs para responder las preguntas que hacen los profesores, y el sistema las almacena en una base de datos remota (en Windows 2003 Server, con IIS 6.0 y SQL Server 2000) y muestra los resultados colectivos gráficamente al frente del salón. Las pruebas pueden ser anónimas (esto evitaría el famoso 'oso' de participar en clase) o no, según el profesor lo disponga. En contraste del usual 30% de participación en las discusiones de clase tradicionales, con la PDA *todos* los estudiantes participan en la actividad.

Esto sugiere que los estudiantes están más cómodos respondiendo una pregunta cuando ven a los otros hacer lo mismo. Otra gran ventaja es que los instructores pueden ver inmediatamente cómo los estudiantes comprendieron un tópico específico que se haya presentado. Los estudiantes pueden además, por medio de diferentes plantillas, hacer preguntas al profesor por medio de la PDA. Otra aplicación es el uso de versiones electrónicas de libros completos (disponibles en la web) en el salón de clase, lo que, entre otras cosas, permiten acceder *en-línea* a las referencias que el libro tenga.

- **Universidad de Wake Forest**[83] (Estados Unidos): Esta Universidad está usando dispositivos bajo Pocket PC en los salones de asignaturas como Física, Francés, Química, Salud y Sociología, donde, en algunos casos, se le suministra una PDA a cada alumno. Los profesores usan un software desarrollado por el *equipo de Investigación y Desarrollo de Sistemas de Información*[84] de la misma Universidad llamado *ClassInHand*, el cual convierte el PDA del docente en un servidor web[85], un

[83] Wake Forest University. Winston-Salem, North Carolina. www.wfu.edu
[84] www.wfu.edu/technology/research/
[85] classinhand.wfu.edu

controlador de presentaciones PowerPoint y un instrumento de recolección de información.

Con este software, el profesor puede, a través de una WLAN, hacer que la información esté disponible a los estudiantes a medida que la clase avanza, teniendo un servidor web personal; exponer presentaciones Power Point y usar el sitio web para hacer encuestas/preguntas, logrando realimentación de los estudiantes de forma instantánea, siendo esto muy valioso para los docentes que ven rápidamente qué tanto la clase entendió los conceptos dictados. Además, es más fácil recolectar realimentación via PDA en vez de los métodos tradicionales (ver Figura No.8).

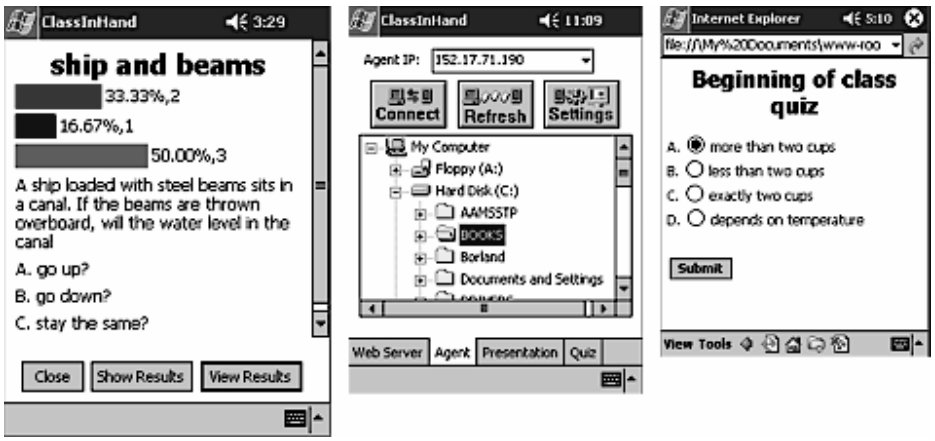


Figura No. 8: Resultados de la encuesta (sólo lo observa el profesor), Acceso al PC para publicar documentos en el Servidor Web y ejemplo de Encuesta que los estudiantes responden.

- **Universidad de Bristol**[86] (Inglaterra): Se desarrolló un cuso en-línea vía Palm y Celular. El curso es una introducción a la Microeconomía, ofrecido también presencialmente, y 15 estudiantes evaluaron el uso de la tecnología móvil. Se distribuye material a través de un sitio web adaptado para los dispositivos, donde se tiende lo mismo que tendría un alumno en el salón de clase. También se brinda acceso a libros electrónicos[87] tales como manuales, lecturas e información de la Universidad. El proyecto evalúa el uso de la PDA por parte de los estudiantes para tomar notas durante las lecturas de clase y proyectos en colaboración con otros

[86] University of Bristol. Bristol, England. www.bristol.ac.uk
[87] Del inglés *e-books*

estudiantes que requieren la transferencia de archivos vía servidor FTP[88]. Una serie de HOW-TO's[89] se brindan para una óptima aprovechamiento de la tecnología, incluyendo material, software y utilización dl dispositivo y sitio web.

Aparte de estos ejemplos de implementaciones de la tecnología inalámbrica en instituciones académicas alrededor del mundo, existen varios desarrollos de software (tal y como el que vamos a desarrollar) que apoyan la actividad del profesor dentro y fuera del salón de clase. Veamos algunos de ellos:

Software	Precio	Principales Características
Suite For Teachers	US$30	Está compuesto por seis módulos: registro de disciplina (donde van todas las anotaciones de comportamiento de los estudiantes), registro de observaciones (anotaciones organizadas cronológicamente acerca del progreso, actitud o cualquier otro ítem que el docente quiera agregar), plan de estudios (ayuda para planificar el día/semana/periodo académico y sus temas), calificador (para convertir los 'puntos' en calificaciones), seguimiento de estudiantes (información personal acerca del estudiante, sus padres, etc.) y seguimiento de profesores (información acerca de otros profesores de la misma institución como nombre completo, dónde ubicarlos, materias que dicta, facultad, etc.).
PrinciPalm		PrinciPalm provee acceso a la información de los alumnos que el docente necesita basado en una PDA con sistema operativo Palm. Información como: datos básicos del estudiante (fotografía, nombre, edad, fecha de nacimiento, domicilio), datos de los padres (nombres, teléfonos de las oficinas de trabajo), horario y salón de clase del estudiante; además permite buscar un estudiante por medio del nombre o apellido.
Teacher's PET	US$20	Esta herramienta permite introducir y llevar un control de calificaciones y notas en la PDA. Se puede tomar asistencia y agregar información personal de los estudiantes. Se pueden calcular calificaciones individuales o promedios de grupo y darle

[88] *File Transfer Protocol*. Protocolo de Intercambio de Archivos.
[89] Documentos en los que se describen indicaciones paso-a-paso, a manera de manual de instrucciones.

		peso a cada asignación. Permite remover un estudiante de una clase y agregarlo en otra, pero no permite copiar al estudiante o a toda la lista completa de estudiantes, teniendo el profesor que copiar la lista de estudiantes varias veces. Entre otras ventajas, se encuentran: fácil descarga e instalación, fácil establecimiento de clases y tareas, y soporte técnico.
Lesson Plan	US$18	El docente ingresa primero el número de días que durará el periodo educativo (bimestre, trimestre, semestre, año) y las clases que tiene. Después selecciona las clases de acuerdo a cada día y finalmente podrá ingresar los programas o plan de estudios de las clases, es decir, cada espacio del día tendrá su actividad respectiva, incluso aquellos espacios donde no se esté dictando clase (descansos, por ejemplo). Una gran funcionalidad de esta herramienta es la capacidad de imprimir el programa de clase ya sea por día y por semana.
Thought Manager for Teachers	US$40	Permite la planificación y control del programa de clase, evaluar estudiantes, tomar notas y organizar la información de un día ocupado. Con la versión de PC, se puede hacer lo mismo y después transferir la información a la PDA. Sus principales características son: manejo de actividades del salón de clase, tareas para la casa, bitácoras de comportamiento de los alumnos, llamadas a los padres, salidas de campo, etc.; creación y organización de plan de estudios; control de progreso del aprendizaje del alumno por medio de listas de chequeo; y compartir resúmenes, actividades, ideas, agendas, programas con otras PDAs, enviándolas por correo o publicándolas en un sitio web
Universidad Pública de Navarra		Se desarrolló una herramienta para que corriera bajo el micro-navegador del dispositivo, logrando ser multi-plataforma. Se implementó como una aplicación web, utilizando tecnología Java (JDK, Servlets, JSP, http). Se trata de una aplicación sencilla a la que se accede tecleando su URL en el navegador. Al iniciar la sesión, el sistema solicita la validación del usuario mediante identificador y contraseña. (Figura No. izquierda). Una vez superado el paso anterior, se solicitan los datos necesarios (asignatura, año académico y grupo) para identificar un grupo de clase. El sistema

		comprueba la información introducida y muestra en otra pantalla la lista de alumnos que conforman el grupo (Figura No. centro). Haciendo *Tap*[90] en cada alumno podemos consultar su información básica (Figura No. derecha).
Learner Profile To Go	US$99	Se usa en conjunto con *Learner Profile*, una aplicación de escritorio complementaria, de donde los profesores descargan 'observables' para su PDA. Les permite capturar información justo en el momento en que ocurre. Estos datos pueden ser transmitidos a la aplicación de escritorio para usarse en la generación de una gran variedad de reportes. Tiene entre otras funcionalidades: tomar asistencia y realizar labores administrativas, navegar rápidamente por medio de grupos de estudiantes, transferir datos al PC por medio de HotSync®[91], organizar información de los estudiantes, hacer reportes y mantener o eliminar tales datos una vez transmitidos al PC
Easy Grade Pro Clipboard	US$35	Versión para PDAs bajo Palm OS del software para PC *Easy Grade Pro*, con el que permite intercambiar información (sincronizando) y el cual exige para un correcto funcionamiento (aunque se venden por separado). Permite ver (uno o varios estudiantes al tiempo) e ingresar (por medio de tablas tipo Excel) información acerca de los estudiantes: asistencia, calificaciones, observaciones y notas en general. Soporta hasta 16 clases diferentes, 1000 estudiantes y 16000 tareas/trabajos. La barra de herramientas es personalizable
Palm Gradebook Assistant y Palm Schedule Viewer		PGA le da acceso en cualquier momento y lugar al registro de las calificaciones de sus estudiantes. Permite además ingresar notas, calificaciones, observaciones y tareas/trabajos en el salón de clase, en el pasillo o en casa. También permite tomar la asistencia, ya sea dentro o fuera del salón de clase. PSV está diseñado especialmente para rectores o profesores que deben estar pendientes de todos los estudiantes de la institución, en vez de un solo salón o una asignatura. Permite acceder instantáneamente a la información clave de cualquier estudiante de la institución. Información como

[90] Acción de presionar un punto de la pantalla de la PDA con el Stylus. Es el equivalente a hacer *clic* en un PC de escritorio.
[91] Nombre con el que Palm denomina indiferentemente al cradle y al conjunto de software necesarios para realizar la sincronización entre el PDA y el ordenador

		horario, profesores, número de salón, número de contacto de los padres, alergias e incluso el número de contacto y nombre de su médico. Una interesante funcionalidad es que soporta un escáner de código de barras para mayor facilidad de identificación
MxWeb		Se compone de 5 módulos: eTeacher™, mVal™, iNotice™, ePrincipal™ and eWalk™. El software es una aplicación web hospedada en un servidor (aplicación hecha en PHP[92] y MySQL[93]), que interactúa con el dispositivo móvil. Entre las principales funcionalidades están: ingresar la información directamente en la web por medio de plantillas, ingresar las fotografías de los estudiantes, analizar datos académicos de los estudiantes, tomar la asistencia, registro de logros, comparación de calificaciones, control y publicación del plan de estudios, colaboración con otros profesores, imprimir reportes en-línea, salvar reportes como archivos PDF[94] , hacer quices en-línea, reporte de alertas, entre muchas otras
Handango Teacher Suite	US$50	Tiene manejador de estudiantes y de clase, organizador del programa del curso, base de datos, y más para sacarle el máximo provecho a la PDA. El manejador de estudiantes (suministrado por el Teacher's PET de CoffeeCupSoftware) y clase se utiliza para calificaciones, tomar asistencia y agregar información personal del estudiante, haciendo fácil el seguimiento de los estudiantes. El organizador del programa del curso (suministrado por Lesson Plan de Tapperware) permite ver resúmenes de cualquier lección de cualquier día, además de buscar dentro del programa por palabras clave. Y la Base de Datos (suministrada por ThoughtManager for Teachers de HandsHigh Software) permite crear y organizar cientos de ideas, tareas, problemas, soluciones y asignaciones. También maneja agenda, notas de reuniones y listas de tareas, las cuales mediante una lista de chequeo, se puede controlar lo que se ha hecho y lo que aún falta por hacer

Tabla No.6. Resumen Software Educativo Móvil

[92] www.php.net
[93] www.mysql.com
[94] *Portable Document Format*, Formato de documento portátil.

1.4.2 En Colombia

En nuestro país el volumen de aplicaciones de tecnología móvil y software en el sector académico es mucho más limitado y lento que en el resto del mundo, pero Universidades como la Santiago de Cali (de Cali), de los Andes (de Bogotá), de Cundinamarca[95] y la del Cauca (de Popayán) y colegios como el Liceo Francés de Pereira (donde utilizan una conexión a Internet que se encuentra a 400 m del salón de clase) se le han medido al reto y han hecho significativas investigaciones/aplicaciones en el ámbito educativo.

A su vez, el sector comercial ya se ha dejado seducir por la tecnología móvil, tal es el caso del aeropuerto El Dorado, Hotel Tequendama y el restaurante San Angel, quienes han incorporado *Hot Spot's*[96] en sus instalaciones. También se han desarrollado aplicaciones WAP[97] por entidades como el Banco Tequendama, Grupo Aval, Aces, Páginas Amarillas (wap.paginasamarillas.com), Avantel y Bancolombia (www.bancolombia.com/wml/welbancol.wml), entre otras. En software, las aplicaciones *Sale Force Automation* (SFA, Automatización de Fuerza de Ventas) son las más usuales en el país: aplicaciones para transportadoras de valores, para compañías aéreas, para venta multinivel, para bancos, aseguradoras y fondos de pensiones, son ya parte de la oferta nacional. Según el Ingeniero de Sistemas Fernando Enrique Plata[98], la principal razón de que el país no esté más avanzado en el campo de la computación móvil es el alto costo de montar un proyecto de esta índole. Regresando al sector de nuestro interés, el académico, veamos algunos ejemplos de aplicaciones educativas de computación móvil desarrolladas en el país:

- **Universidad de los Andes**: (inalambrica.uniandes.edu.co) La Universidad de los Andes posee desde 200 una red inalámbrica (WLAN) para equipos portátiles que requieran conexión móvil. Esta red está soportada por el estándar 802.11b y

[95] Proyecto "Acceso a Datos con Dispositivos Móviles" E. Carreño y J. Bulla, 2003.
[96] Lugar público o privado donde se presta el servicio de conexión inalámbrica a Internet o Intranet, con tan sólo disponer del hardware necesario.
[97] *Wireless Application Protocol*, Protocolos diseñados para enviar páginas web simplificadas a dispositivos móviles inalámbricos. Más información en www.openwave.com
[98] *Software móvil y tecnología inalámbrica en el país*. Revista ACIS (Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas) Edición No.87 (Nov 2003–Ene 2004). www.acis.org.co/Paginas/publicaciones/revista87.html

actualmente tiene cubrimiento en sitios como la biblioteca, cafetería y plazoletas. La Universidad presta el servicio de alquiler de las tarjetas inalámbricas, así como soporte en el proceso de instalación y uso de la red inalámbrica. El tráfico de la red no está encriptado, por lo que el tráfico que envía y recibe puede ser visible por cualquier otra persona que cuente con una tarjeta inalámbrica y herramientas de monitoreo; es por eso que la Universidad hace varias recomendaciones de uso, como por ejemplo enviar contraseñas sólo a sitios seguros (que utilicen protocolos seguros, como el https) y evitar telnet, ftp, pop3 o imap.

Para hacer uso de la red inalámbrica se debe ser miembro de la comunidad Uniandina en alguna de las siguientes formas: estudiante, personal de apoyo institucional o profesor con contrato laboral vigente. Todos los usuarios de la red inalámbrica deben autenticarse para hacer uso del servicio. Es decir que para tener acceso al servicio, se debe hacer uso de la cuenta y contraseña de correo suministradas por la Dirección de Admisiones y Registro en el caso de los estudiantes, o por la Dirección de Recursos Humanos para el caso de los profesores y personal de apoyo institucional. Se debe registrar la dirección MAC de las tarjetas inalámbricas que no son propiedad de la Dirección de Tecnologías de Información (DTI). La universidad ofrece una página web para registrarlas.

- **Universidad del Cauca**: Ana Lucía Jurado, Gustavo Hurtado y Andrés Ortiz González, estudiantes de último semestre de ingeniería (Mayo 2004), tras 2 años de trabajo, desarrollaron *Easy Learning: learning in your hand* (“Aprendizaje Fácil: aprendiendo en su mano”), una herramienta que permite a estudiantes de posgrado presenciales o virtuales tener toda la información sobre materias vistas, calificaciones, lecturas o tareas realizadas desde una PDA. El software clasificó por Colombia a las eliminatorias mundiales del *Image Cup*, evento organizado por Microsoft.

  Según sus autores, el software "llama la atención no sólo por ser un software de gestión de aprendizaje con base en programas de Microsoft, sino por los alcances que tiene al poderse manejar en un espacio de almacenamiento muy reducido". El programa puede ser utilizado por niños y adultos en cualquier parte del mundo. "Sabemos que en Colombia son pocos los niños dueños de una PDA, pero hay un gran mercado en otros países", explican. Una de sus principales ventajas es ser de libre contenido, es decir, útil para cualquier materia porque aunque ya existe en el mercado una aplicación similar es únicamente para el aprendizaje del inglés.

- **Universidad Santiago de Cali**: Al interior del Grupo de Investigación en Computación Móvil y Banda Ancha, COMBA[99], a finales de 2003, se desarrolló un software llamado *Class Manager* (hecho por A. Mondragón, J. Ruiz y F. Ramírez), el cual les brinda a los profesores la posibilidad de manejar información personal y académica desde su PDA. El software, aparte de estar en los PDAs de los profesores, tiene un módulo en un servidor de la Universidad, de donde los profesores obtienen la información de sus estudiantes y materias para alimentar su PDA. El software permite tomar asistencia, calificar a los estudiantes, entre otras cosas.

[99] comba.usaca.edu.co

2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE

En este capítulo se tratará inicialmente cómo fue el proceso de la escogencia del modelo, de entre el amplio espectro de opciones que actualmente existen. Después se hablará detalladamente del modelo escogido y por último se abordará brevemente el lenguaje de modelado usado para documentar el procedimiento de desarrollo.

2.1 ESCOGENCIA DEL MODELO DE DESARROLLO

El intento de la *ingeniería del software*[100] es proporcionar "un marco de referencia que contiene los procesos, las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto de software, abarcando la vida del sistema desde la definición de los requisitos hasta la finalización de su uso"[101]. Este marco de referencia, o ciclo de vida del desarrollo software, es el que debemos seleccionar de acuerdo "a las características del producto, las herramientas a utilizar y las entregas que se requieran"[102]; esto para lograr una adecuada estrategia de desarrollo del proyecto. Hay incluso autores[103] que proponen 23 criterios de decisión, con los que se hace una 'plantilla de decisión'.

Tal vez la característica más diferenciadora de nuestro proyecto es que el software será desarrollado e implantado en un dispositivo de computación móvil; característica que debe sin lugar a dudas influir en la toma de la decisión del ciclo de vida a utilizar. Actualmente existen varios modelos de ingeniería de software generados exclusivamente para desarrollos de software en computación móvil. La descripción de algunos de estos modelos, se presentan en la Tabla No.7.

---

[100] Término propuesto por Bauer en la Conferencia de Garmish, en 1968: *"Establecer y usar principios de ingeniería orientados a obtener software de manera económica, fiable y que funcione eficientemente sobre máquinas reales"*

[101] ISO/IEC 12207-1 Software life-cycle process, 1994.

[102] Gómez Florez, Luis Carlos. Planeación de Proyectos Informáticos. UIS. Bucaramanga, 2001

Modelo	Descripción	Documento	Autor(es)/Fecha
π-Calculus	Movilidad expresada en un proceso algebraico	Expresing Mobility in Process Algebras: First Order and Higher Order Paradigms. Communicating and Mobile Systems: π-Calculus	SANGIORGI D., 1993. MILNER R. ,1999.
Ambients	Modelo donde las localizaciones son ambientes que contienen procesos o otros ambientes	Mobile Ambients	CARDELLI T., GORDON A, 2000.
Mobile UNITY	Modelo basado en el estado, efectos y consecuencias de un componente móvil	Mobile UNITY: Reasoning and specification in mobile computing	ROMAN G.-C. , MCCANN P.J., PLUN J. Y., 1997
MobiS	Modelo en que las localizaciones son espacios anidados que tienen tuplas (conjunto de varios valores separados por comas)	MobiS: A Specification Language for Mobile Systems.	MASCOLO C., 1999.
LIME	Modelo basado en coordinación, usando el modelo Linda	LIME: Linda meets Mobility	PICO G.P., ROMAN G.-C, MURPHY A., 1999
CODA	Modelo de sistema de archivos que soporta que los usuarios especifiquen un conjunto de archivos aprovisionados en desconexión. El usuario maneja las inconsistencias en la reconexión.	Disconnected Operation in the Coda File System	STYANARAYANAN M. , KISTLER J.J., 1992
ODYSSEY	Modelo de búsqueda de bases de datos basadas en localización	Mobile Information Acess	STYANARAYANAN M., 1996

Tabla No.7: Algunos modelos de ingeniería de software en movilidad

Desafortunadamente, "estos modelos se encuentran aún en estado de formación"[104]: según la experiencia de COMBA, un grupo de investigación en computación móvil universitario pionero en Colombia, "las metodologías móviles están todavía poco maduras"[105], por lo que se ha tomado la decisión de usar varias metodologías tradicionales de desarrollo.

Es muy importante recordar que cualquiera que sea el modelo que se aplique, todos y cada uno de ellos son no más que un intento de ordenar una actividad inherentemente caótica. Se espera que el modelo ayude al control y a la coordinación del proyecto, pero

[103] Linda Alexander, "Process Model Selection Criteria", M.S., Junio 1990.
[104] Andrés Felipe Millán. Op.Cit., p.28

a pesar de esto, en el fondo, todos los modelos exhiben características del "Modelo del Caos"[106]. Esto sumado a que las preferencias subjetivas de quien escoge el modelo influyen irremediablemente en su decisión.

Teniendo en cuenta que:

- la naturaleza del proyecto en cierta forma es de investigación, en el sentido que fue necesario profundizar en el estudio de la tecnología y las herramientas a utilizar,
- la interacción entre las personas (tanto usuarios como desarrolladores), y el aparato (PDA) en la mayoría de los casos, sino todos, será nueva, lo cual implica, de alguna manera, hacer varios acercamientos en vez de uno solo al final,
- cuando el profesor vea plasmado en un programa para PDA lo que tenía en mente, probablemente se le abrirá más su horizonte y empezará a pedir cambios y más cosas[107], y
- las diversas formas de pedagogía de los diferentes profesores tienen diferentes requerimientos

De otro lado, se observa que los objetivos específicos no son exhaustivos -es decir, probablemente no tengan en cuenta todo lo que debería abarcar el sistema según nosotros y los usuarios- y por ende están propensos a sufrir cambios. Es por esto que el proyecto ciertamente tiene un enfoque evolutivo, y por consiguiente iterativo; por lo que metodologías lineales como **cascadas**[108] (en todas sus versiones) no son apropiadas. Así mismo, el **DRA** supone un gran conocimiento de las herramientas de desarrollo (el cual no es nuestro caso) e incluso usa herramientas de 4G (como GeneXus[109]), las cuales consideramos que no manejamos apropiadamente, tan sólo tenemos un conocimiento básico y una experiencia muy limitada, además, no conocemos herramientas de 4G para desarrollos en dispositivos móviles.

Observamos entonces los métodos evolutivos:

---

[105] Ibid.

[106] Racoon, L.B.S., the Caos Model and the Chaos Life Cycle, ACM Software Engineering Notes, vol. 20, no. 1, enero 1995, p.55-66.

[107] Según Roberto Alvarado (Bogotá, Colombia, 2004), desarrollador de software para *Pocket PC*.

[108] Definidas por Winston Royce a finales de la década del 70.

[109] Genexus, de ARTech Consultores S.R.L. www.genexus.com.uy

- Se podría decir que "el **modelo en espiral** (Figura No.9) utiliza la construcción de prototipos como mecanismo de reducción de riesgos y permite a quien lo desarrolla aplicar el enfoque de construcción de prototipos en cualquier etapa de evolución del producto"[110], lo que significa que hay una buena visibilidad de progreso y puede cambiar los requerimientos, pero se encontraron desventajas como: el modelo no se ha utilizado tanto como el incremental: "todavía tendrán que pasar muchos años antes de que se determine con absoluta certeza la eficacia de este nuevo e importante paradigma"[111], por lo que se prefiere tener un enfoque similar (de corrección y auto evaluación continua), pero con un bagaje histórico más sólido.

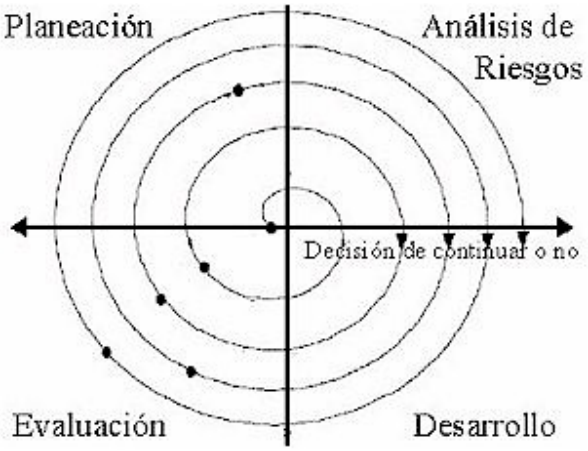


Figura No.9: Modelo de Espiral

Fuente: Ingeniero Luis Carlos Aceves Gutiérrez. División de Arquitectura, Diseño e Ingeniería, Departamento de Ciencias Computacionales, Universidad de Monterrey. México, 2004. Desarrollo Rápido de Aplicaciones: Introducción y Antecedentes. www.udem.edu.mx/academico/profesorado/laceves/rad/m1rad.ppt. Pág.5

Otro problema de este método es la estricta necesidad de identificación de riesgos, para lo que usualmente se necesita gran experiencia en tal campo (según el mismo creador del método[112]), a fin de descubrir y gestionar a tiempo tales riesgos y así evitar problemas; experiencia que desafortunadamente no tenemos quienes vamos

[110] Pressman, Roger. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. McGraw Hill, 5ª edición. Madrid, 2002
[111] Ibid.
[112] Boehm, B.W. "A Spiral Model of software development and enhancement", Software Engineering Project. Management, IEEE Computer Society, p.128-142, 1988

a realizar el proyecto. Además, demanda un reconocimiento explícito de las diferentes alternativas para alcanzar los objetivos del proyecto[113], las cuales no tenemos lo suficientemente claras en nuestro proyecto. Por último, es, un modelo en general *complicado*[114] de llevar a cabo porque exige una gestión concienzuda, atenta y unos conocimientos profundos[115].

- Otra opción son los **métodos formales** que nos permiten crear una especificación sin ambigüedades que sea más completa y constante que la lograda con otros métodos. Estos métodos usualmente se usan en sistemas de gran envergadura, donde la seguridad y la robustez tienen un papel más que preponderante. Es decir, son la base del software que tiene pocos errores cuando el cliente comienza a utilizarlo[116], el cual no es nuestro caso, ya que esperamos que el cliente utilice el software no una, sino varias veces antes de terminarlo, precisamente para darnos cuenta de errores y posibles nuevas especificaciones. Además, uno de los "10 mandamientos de los métodos formales", el cuarto más específicamente, dicta que “poseerás un experto en métodos formales a tu disposición”, el cual desafortunadamente no tenemos al alcance[117].
- Los prototipados tienen la ventaja de trabajar con base en la re-alimentación de requerimientos que se obtienen gracias a la participación activa del usuario final en el proceso de desarrollo, quien tiene resultados visibles rápidamente; lo cual es algo que buscamos, pero las desventajas también se hacen presentes: el **prototipado clásico** (Figura No.10) ‘desecha’ obligatoriamente[118] al menos el primer prototipo, ya que hay que ir reconstruyendo a medida que se va iterando, es decir, que se van estabilizando los requisitos; además que no se tiene muy en cuenta la facilidad de mantenimiento a largo plazo[119]. Tampoco presenta calidad, ni robustez[120].

---

[113] Wolf, J.G. “The Management of risk system development: ‘Project SP’ and the ‘New Spiral Model’”, Software Engineering Journal, 1989

[114] Gómez Florez, Op.Cit., p.70

[115] Curso de Ingeniería del Software; Metodologías, técnicas y herramientas; Planificación del Ciclo de Vida. Eduangi Telecom, Proyectos de Open Source y Telecomunicaciones. Madrid, Julio 2003. www.eduangi.com/ingsw/tema2/2-3.htm

[116] Pressman, Roger. Op.Cit., p.72

[117] Bowen y Hinchley, "Ten Commandments of formal Methods, Computer", vol. 28, no.4, 1995

[118] *“Cuando se utiliza un concepto nuevo de sistema o una tecnología nueva, se tiene que construir un sistema que no sirva y se tenga que tirar, porque incluso la mejor planificación no es omnisciente como para que esté perfecta la primera vez.”.* Brooks, F., “The Myrical Man-Month”, Addison-Wesley, 1975

[119] Pressman. Op.Cit., p.72

[120] Crescencio Bravo Santos. Curso Ingeniería del Software, Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, Departamento de Informática, Escuela Superior de Informática de Ciudad Real, Universidad de Castilla - La Mancha. España, 2003. www.inf-cr.uclm.es/www/cbravo/is.htm

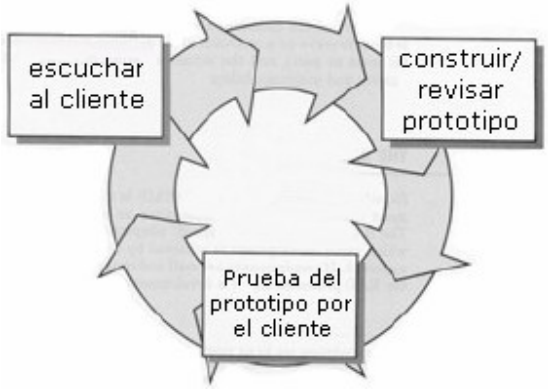


Figura No. 10: Modelo de Prototipado Clásico

Fuente: MetodologíasDeDesarrolloDeSoftware.pdf, grupo STI, Universidad Industrial de Santander. Pág. 11.

Otro gran inconveniente de este modelo es la "dependencia de las herramientas de software para el éxito, ya que la necesidad de disminución de incertidumbre depende de las iteraciones del prototipo, entre más iteraciones existan mejor y esto último se logra mediante el uso de mejores herramientas lo que hace a este proceso dependiente de las mismas[121]. Y en nuestro caso, como ya se ha dicho, las herramientas son nuevas para nosotros, por lo que no hay tanta experticia como se desearía (al menos al comienzo), esto sumado a que aún no es claro el entorno de desarrollo a utilizar, pondría en desventaja este método. Y además, "el método de elaboración de prototipos es un complemento, no un sustituto; como metodología en sí mismo es incompleto"[122].

Por otro lado, el **prototipado evolutivo** (ver Figura No.11), también conocido como modelo de desarrollo **evolutivo**[123] o **Prototipeo Rápido Productivo Iterativo**[124], aunque aprovecha los prototipos al no desecharlos, y posee mayores controles sobre la calidad, tiene la gran desventaja de que es muy fácil "caer en el

[121] Ingeniero José A. Giménez. Paraguay, 2001. www.geocities.com/Athens/olympus/8740

[122] El Modelo Incremental. Ingeniería en Informática, Facultad de Ingeniería, Universidad Austral. Argentina, 2003. www.austral.edu.ar/web/ingenieria/design/transparencias/Ciclo%20de%20vida2.ppt

[123] Ingeniero José A. Giménez. Op.Cit.,

[124] Ingeniero Luis Carlos Aceves Gutiérrez. División de Arquitectura, Diseño e Ingeniería, Departamento de Ciencias Computacionales, Universidad de Monterrey. México, 2004. Desarrollo Rápido de Aplicaciones: Introducción y Antecedentes. www.udem.edu.mx/academico/profesorado/laceves/rad/m1rad.ppt

esquema de codificar y corregir, sin ninguna planificación ni gestión"[125], riesgo que, evidentemente no se desea correr, al menos en un porcentaje tan alto como es el que representa el mencionado método. Tampoco facilita la integración de aplicaciones que han sido desarrolladas como sistemas independientes[126].

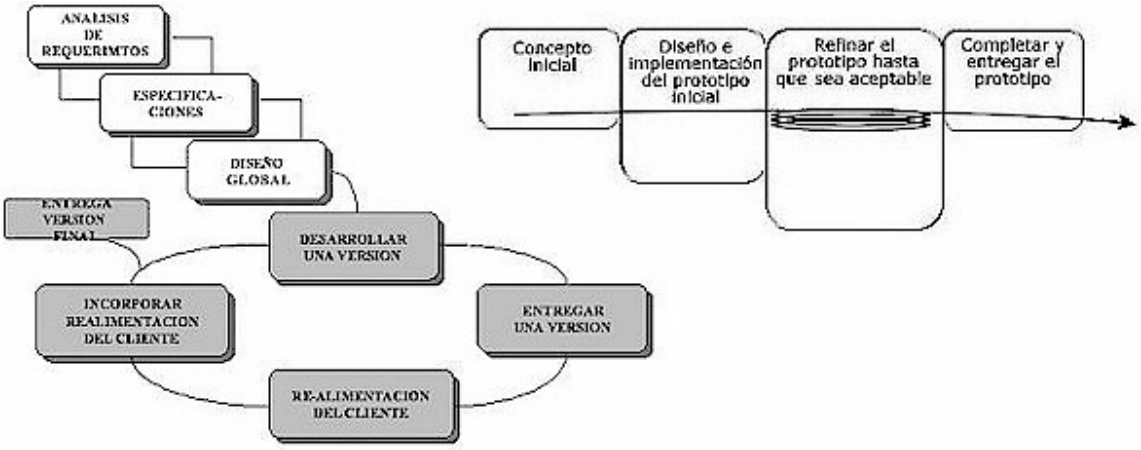


Figura No. 11: Representaciones del Modelo de Prototipado Evolutivo

Fuentes: Francisco Arizmendi y Francisco Sanchis. Asignatura de Proyectos Informáticos. Departamento de la Organización y Estructura de la Información (OEI), Escuela Universitaria de Informática (EUI), Universidad Politécnica de Madrid (UPM). España, 2004. Pág. 14 (izquierda). MetodologíasDeDesarrolloDeSoftware.pdf, grupo STI, Universidad Industrial de Santander. Pág. 11 (derecha)

- El **proceso unificado** es un proceso de desarrollo basado en componentes, lo cual conlleva una gran cantidad de beneficios, como lo es el estar enfocado al análisis y al diseño orientado a objetos, lo que facilita la representación gráfica de los requisitos y maximiza la reutilización. También está diseñado para complementarse con el *Lenguaje de Modelado Unificado*[127] (UML), lenguaje que se ha convertido en la notación estándar para la descripción de métodos software. La desventaja que presenta para nuestro proyecto es que "debe tenerse un buen conocimiento de los requisitos, así como de la arquitectura"[128], cuyo caso no es el nuestro, ya que estamos más propensos a modificar/cambiar los requisitos del proyecto y debido a

[125] Gómez Florez, Op.Cit., p.70
[126] Ingeniero José A. Giménez. Op.Cit..
[127] Unified Modelling Language, creado en 1994 por Booch, Rumbaugh y Jacobson. www.rational.com/uml
[128] Gómez Florez, Op.Cit., p.70

la inexperiencia con la tecnología (por su novedad) no conocemos del todo bien sus estándares y arquitecturas. Además, también se considera una metodología idónea para aplicar cuando existen grupos grandes de desarrollo, el cual no es nuestro caso.

- Por último (no analizaremos más métodos, ya que no es la intención de este proyecto comparar la gran cantidad de ciclos de vida existentes), la **entrega por etapas**, contiene una característica que se busca, la cual es entregarle al cliente signos visibles de progreso antes de la entrega final es útil cuando "se conoce exactamente lo que se va a construir"[129] –el cual, como ya se ha dicho, no es nuestro caso–, debido a que su estructura consta de un inicio como en cascada (requerimientos, especificaciones y diseño global) y después va desarrollando (y entregando) el software poco a poco, es decir, por etapas, pero no tiene tanta flexibilidad en el cambio de requerimientos como el que se desea. Es por eso (por su desarrollo en etapas) que este método es idóneo para desarrollos donde el personal no está disponible para una implementación completa o cuando cierta funcionalidad es requerida antes que otra, ya que se pueden desarrollar los módulos principales en un comienzo, y después, en etapas posteriores, terminar el proyecto.

2.2 EL MODELO INCREMENTAL

Es así como finalmente se optó por el método **incremental**[130] (conocido también por los nombres de **versiones sucesivas**[131], **evolucionario**[132] e incluso **entrega evolutiva**[133]), que ofrece el control que se obtiene con la entrega por etapas y la flexibilidad que se obtiene con el prototipo evolutivo. Incluso se dice que está "en medio" de estas dos

---

[129] Gómez Florez, Op.Cit., p.70

[130] Lehman, M.M., "A further model of coherent programming processes", Proceedings of the IEEE Software Process Workshop, Eghan, UK, 1984

[131] Francisco Arizmendi y Francisco Sanchis. Asignatura de Proyectos Informáticos. Departamento de la Organización y Estructura de la Información (OEI), Escuela Universitaria de Informática (EUI), Universidad Politécnica de Madrid (UPM). España, 2004.
www-oei.eui.upm.es/Asignaturas/PInformaticos/ficheros/transparencias/TEMA_1.pdf

[132] Ingeniero Luis Carlos Aceves Gutiérrez. Op.Cit., p.74

[133] Curso de Ingeniería del Software; Metodologías, técnicas y herramientas; Planificación del Ciclo de Vida. Eduangi Telecom, Proyectos de Open Source y Telecomunicaciones. Madrid, Julio 2003. www.eduangi.com/ingsw/tema2/2-3.htm

metodologías[134]. Como se ve en la Figura No.12, después de haber diseñado el núcleo del sistema y su globalidad, se va creando el sistema software añadiendo componentes funcionales al sistema (*incrementos*). En cada paso sucesivo, "se actualiza el sistema con nuevas funcionalidades o requisitos, es decir, cada versión o refinamiento parte de una versión previa y le añade nuevas funciones"[135], ayudados por la realimentación que el cliente pueda suministrar.

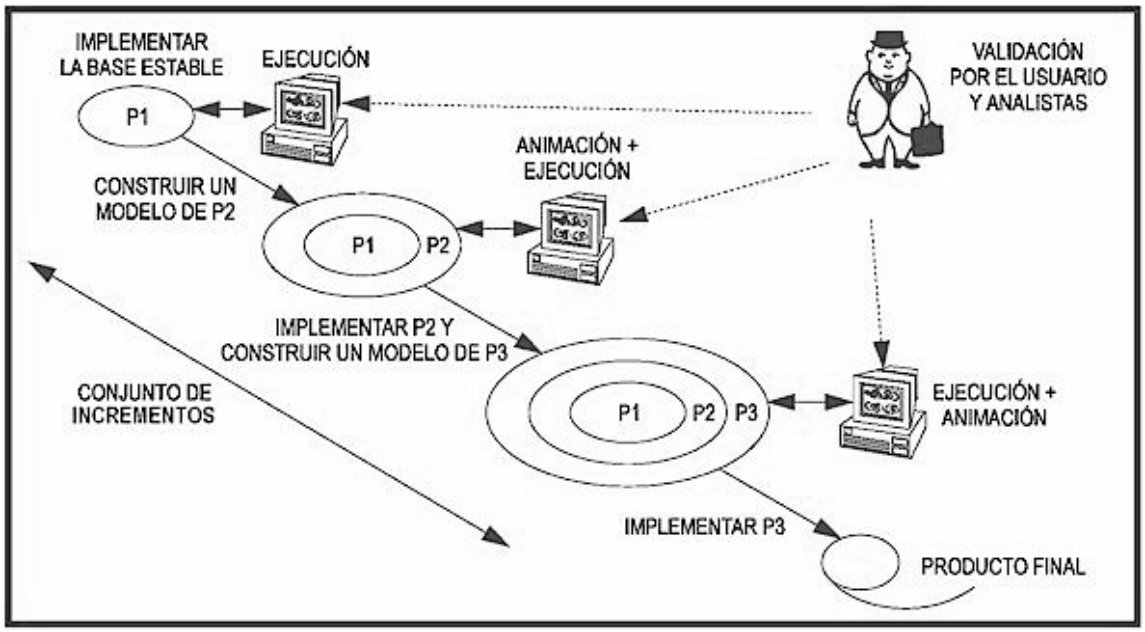


Figura No. 12: Ciclo de Vida Incremental

Fuente: León Serrano, Gonzalo. Ingeniería de Sistemas de Software. Isdefe, Primera Edición. Madrid, 1996. Pág. 61

Es importante ver que "cada incremento es la entrega de un producto operacional. Los primeros incrementos son versiones *incompletas* del producto final (a diferencia del prototipado, donde se *desechaba* el prototipo), pero proporcionan al usuario la funcionalidad que precisa y también una plataforma para la evaluación"[136]. "El modelo incremental se ajusta a entornos de incertidumbre, por no tener la necesidad de poseer un conjunto exhaustivo de requisitos, especificaciones, diseños, etc., al comenzar el sistema,

---

[134] *"Si quiere planificar para atender pocas solicitudes de cambio, el proyecto se termina pareciendo más a una entrega por etapas. Por el contrario, si se planifica para adaptarse a la mayoría de las solicitudes terminará pareciéndose más a un prototipado evolutivo".* Lic. Javier Monge R, Gerencia de Proyectos, Universidad Latina de Costa Rica. ns.ulatina.ac.cr/~javmonra/gerencia/planificacion_ciclo_vida.pdf

[135] Amescua, García, Sánchez, Martínez y Díaz, "Ingeniería del software de gestión: análisis y diseño de aplicaciones. Paraninfo, Madrid, 1995

ya que cada refinamiento amplía los requisitos y las especificaciones derivadas de la fase anterior"[137]. Cabe destacar que el núcleo del sistema debe estar lo suficientemente completo de tal manera que probablemente no sea *modificado* (recordemos que la intención es que sea *ampliado*) por la potencial realimentación del cliente.

Esto es justamente lo que se busca en nuestro proyecto, una metodología que asuma que los requerimientos del proyecto están sujetos a cambios continuos (ver Figura No.13), ya que los diferentes objetivos específicos podrían ser ampliados/modificados, debido por ejemplo a que los profesores tienen diferentes demandas y preferencias, las cuales en lo posible (después de un análisis) se irán adaptando al sistema. También, aspectos como la tecnología a usar (no está completamente definida y, sea la que sea, será nueva para nosotros), la forma de ingreso y visualización de datos (teniendo en cuenta que el software será para PDAs), la interacción hombre-máquina (PDA), etc.

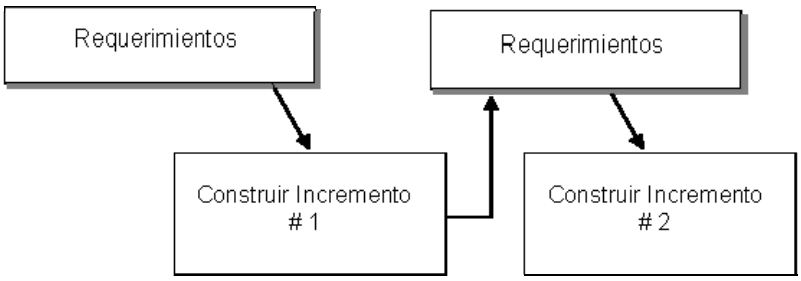


Figura No. 13: Requerimientos Variables

"El sistema software ya no se ve como una única entidad monolítica con una fecha fija de entrega, sino como una integración de resultados sucesivos obtenidos después de cada iteración"[138]. Esto, evidentemente nos ayudará a estabilizar los objetivos específicos del software, ya que al ir desarrollando parte de las funcionalidades, es más fácil determinar si los requerimientos planeados para los niveles subsiguientes son correctos. Esto es, "si un error importante es realizado, sólo la última iteración necesita ser descartada y el incremento previo puede ser usado. Además, los errores de desarrollo realizados en un

---

[136] Pressman, Roger. Op.Cit., p.72

[137] Piattini, Calvo-Manzano, Cervera y Fernández. Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión. Alfaomega, 1ª edición. Madrid, 2000

[138] Ibid..

incremento, pueden ser arreglados antes del comienzo del próximo incremento"[139]. Es decir, se puede hacer una especie de mantenimiento[140] continuamente (ver Figura No.14).

Mirando ahora los pasos del método, primero se realiza la definición y análisis de requerimientos y especificaciones, y la creación del diseño global de una arquitectura como en el modelo cascada (Figura No.15). Este es el núcleo del sistema. A continuación se procede a realizar el diseño detallado, la codificación y depuración, integración y operación dentro de cada *incremento* (Figuras No.15 y No.16).

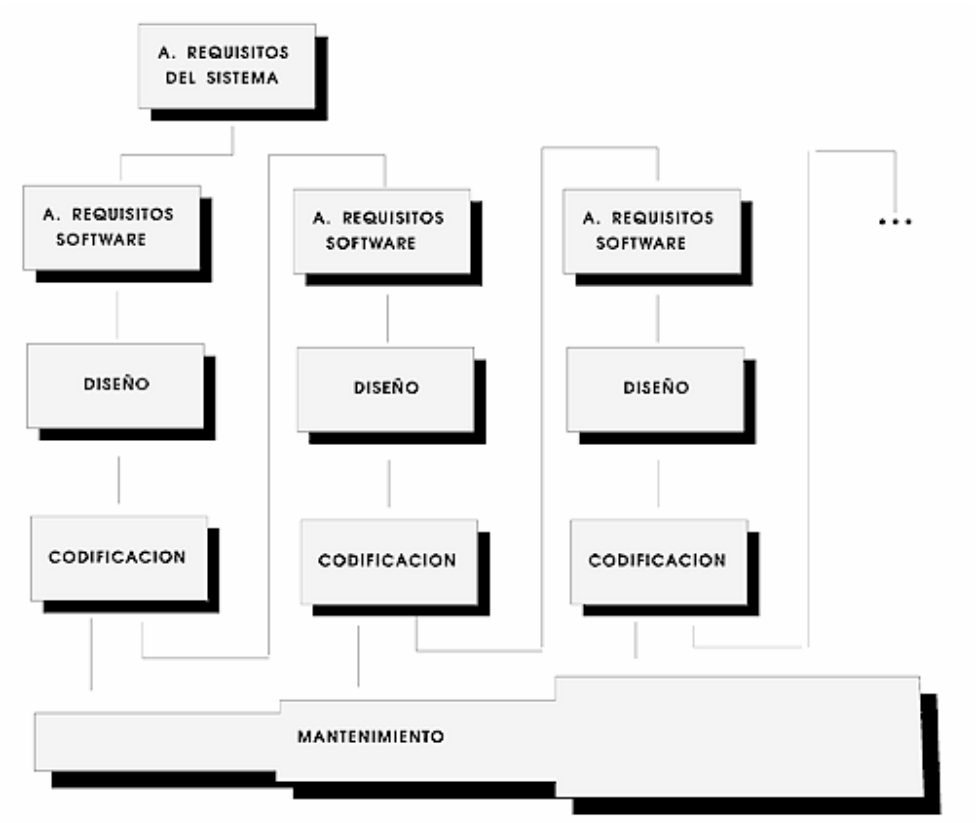


Figura No. 14: Modelo Incremental (enfoque # 1)

Fuente: Universidad de Castilla-La Mancha, Departamento de Informática, Grupo Alarcos. alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/ISOFTWAREI/Tema03.pdf Pág. 15

[139] Ingeniero José A. Giménez. Op.Cit., p74
[140] Crescencio Bravo Santos. Op.Cit., p73.

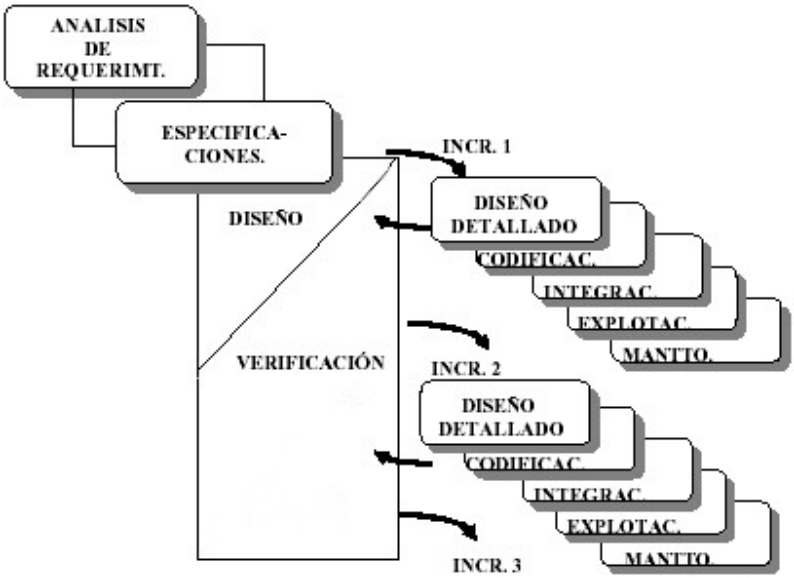


Figura No. 15: Modelo Incremental (enfoque # 2)

Fuente: Francisco Arizmendi y Francisco Sanchis. Asignatura de Proyectos Informáticos. Departamento de la Organización y Estructura de la Información (OEI), Escuela Universitaria de Informática (EUI), Universidad Politécnica de Madrid (UPM). España, 2004. Pág. 12

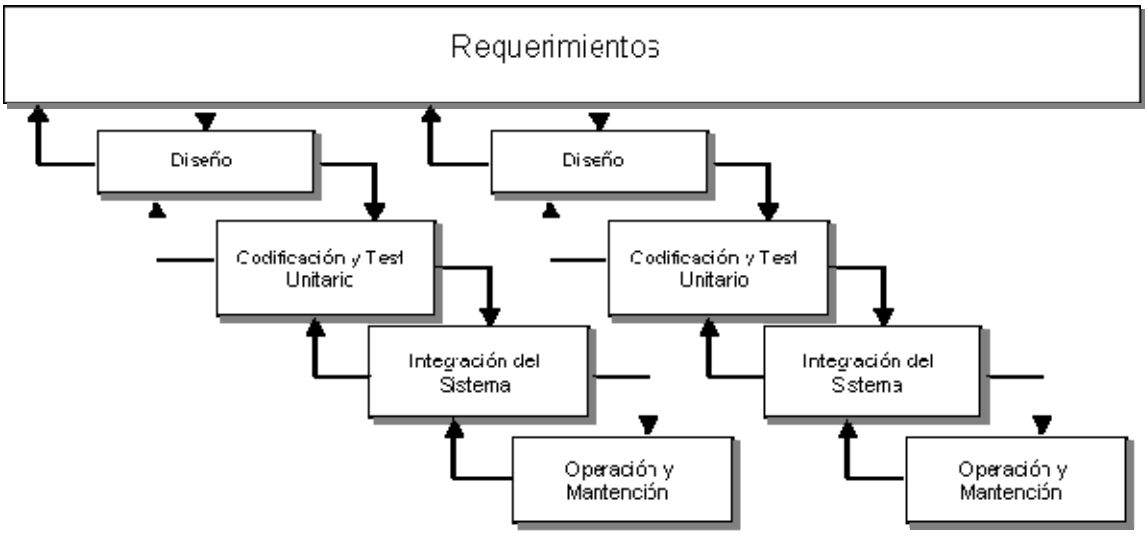


Figura No. 16: Modelo Incremental (enfoque # 3)

Fuente: Ingeniero José A. Giménez. Paraguay, 2001. www.geocities.com/Athens/olympus/8740

"El primer incremento a menudo es un producto esencial, es decir, se afrontan requisitos básicos, pero muchas funciones suplementarias (algunas conocidas, otras no) quedan sin extraer"[141] (en los objetivos específicos se puede ver cuáles son nuestras metas iniciales, es decir, cual será la funcionalidad del incremento *base*). Es de anotar que el hecho de abordar primero las partes más importantes del sistema, reduce los riesgos. Así, se van desarrollando versiones (incrementos) añadiendo funcionalidad a las anteriores y se le van mostrando al cliente. Sin embargo, la integridad del diseño no debe verse comprometida cuando nuevos requerimientos son incorporados[142]. Este proceso se repetirá hasta agotar el tiempo, el presupuesto o hasta que el cliente no haga realimentación y la verificación del cumplimiento de los requisitos sea satisfactoria[143].

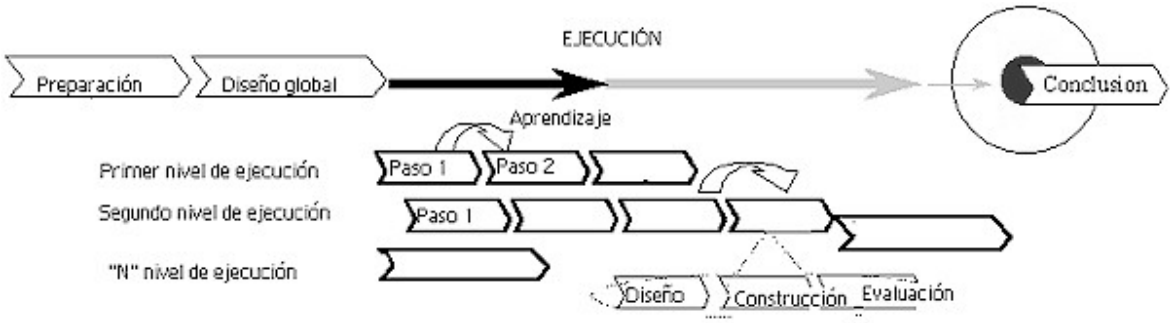


Figura No. 17: Plan de Trabajo del Modelo Incremental

Fuente: Ingeniero Luis Carlos Aceves Gutiérrez. División de Arquitectura, Diseño e Ingeniería, Departamento de Ciencias Computacionales, Universidad de Monterrey. México, 2004. Desarrollo Rápido de Aplicaciones: Introducción y Antecedentes. www.udem.edu.mx/academico/profesorado/laceves/rad/m1rad.ppt. Pág.9

Probablemente el mayor problema de éste método es que, al igual que en el prototipado clásico, existen las dificultades en la evaluación de requisitos no funcionales. En este sentido, no es fácil definir y mantener una arquitectura del sistema a lo largo de los diferentes pasos incrementales. Por lo que cobra mayor importancia el incremento inicial, como ya se ha dicho.

---

[141] Pressman, Roger. Op.Cit., p.72

[142] *"Design integrity should not be compromised when new requirements are incorporated"*. ESA PSS-05-0 Software Engineering Standard. www.ess.co.at/ECOSIM/ESA.txt

2.3 EL LENGUAJE DE MODELADO

El lenguaje es el mecanismo mediante el cual es posible comunicar y expresar lo que se piensa o siente. Así, el lenguaje unificado de modelado (UML) hace posible expresar, de una forma gráfica, la descripción e interacción de los distintos componentes de un sistema determinado. UML fue desarrollado por Grady Booch, Jim Rumbaugh e Ivar Jacobson como una filosofía de diseño y análisis orientado a objetos para modelar y documentar sistemas de información y procesos empresariales. De esta manera con el apoyo del Object Management Group (OMG) se convierte en la notación estándar para la descripción de métodos software. Algunas de las principales características de UML son:

- Es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar los componentes de un sistema; así como para entender, diseñar, configurar, mantener y controlar la información del mismo.
- No es un lenguaje de programación y es independiente de cualquiera de ellos.
- Es un lenguaje de modelado de propósito general que pueden usar todos los modeladores. No tiene propietario y está basado en los acuerdos de gran parte de la comunidad informática.
- Se ha convertido en el estándar de facto para definir, organizar y visualizar los elementos que configuran la arquitectura de una aplicación orientada a objetos.

De los 9 diagramas soportados por UML, se utilizarán los siguientes.

Diagrama de Clases	En el Diagrama de Clases se ilustra la aplicación en términos de clases de diseño, en las cuales se muestra la estructura de la información a través de sus atributos y su comportamiento a través de sus métodos.
Diagrama de Casos de uso	Es muy útil para definir cómo se debe comportar una parte del sistema. Muestra la interacción entre los casos de uso y los actores. Un caso de uso especifica un requerimiento funcional, es decir, enumera qué debe hacer cierta parte ante determinado suceso.
Diagrama de Actividades	Modela el funcionamiento del sistema y el flujo de control entre los objetos. Son muy similares a los diagramas de flujo, presenta puntos de decisión y operación.
Diagrama de Despliegue	El Diagrama de Despliegue se utiliza para ilustrar tanto la arquitectura física del hardware como el software de la aplicación. En este diagrama se muestran los servidores, computadores, dispositivos, componentes, servicios, procesos, entre otros

Tabla No.8 Tipos de Diagramas UML utilizados

[143] Curso de Ingeniería del Software; Metodologías, técnicas y herramientas; Planificación del Ciclo de Vida. Eduangi Telecom, Proyectos de Open Source y Telecomunicaciones. Madrid, Julio 2003. www.eduangi.com/ingsw/tema2/tema2.htm

Etapa 2

Desarrollo

3. DESARROLLO DEL SOFTWARE

En el presente capítulo, uno de los más importantes del proyecto, se abordará en principio la preparación del proyecto a través de la definición del problema, de los objetivos, justificación y alcance e impacto y viabilidad. Después se especificará y analizarán los requerimientos y se establecerá el diseño del software, por medio de la arquitectura, la definición de los módulos y la relación entre ellos.

3.1. PREPARACIÓN

El objetivo principal de esta sección consiste en establecer claramente la idea principal del problema a solucionar. Es de cierta manera una formulación específica de objetivos dentro de una fase creativa en la cual se busca definir el propósito del proyecto, su filosofía, justificación, alcance, viabilidad, impacto y las posibles formas de implementación.

3.1.1 Definición Del Problema

La tendencia contemporánea en las prácticas pedagógicas le demanda al profesor nuevos niveles de relación con sus estudiantes y con los recursos que apoyan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Actualmente “su actividad se caracteriza por tener como objeto de trabajo la formación de seres humanos, con inteligencia y sentimientos”[144]. Sin embargo, se aprecian aspectos que van en contravía de lo mencionado.

Debido a la escasa individualización de las clases (entendiendo individualización como registro permanente y regular de progresos y dificultades a nivel académico del estudiante, así como asistencia, participación, entusiasmo, esfuerzo e interés en general),

[144] Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Pág. 68. Op.Cit., p.25

la información que el profesor tiene del estudiante se limita, en la mayoría de los casos, al nombre y sus calificaciones. Por esto, es frecuente ver evaluaciones injustas por parte del profesor, ya que sólo mide al alumno por la capacidad que muestra para repetir la información que él le suministró (la nota de un examen), y no por aquellos aspectos iguales o más importantes que la calificación; es decir, se limita a medir, no a evaluar, puesto que no considera el avance y el trabajo asumido por el estudiante durante todo el proceso. Así mismo, esta falta de información pertinente hace que no exista una buena (y estrecha) relación entre el profesor y el alumno, lo que desmotiva al estudiante en su proceso de aprendizaje y en muchas ocasiones hace ineficaces los procesos de enseñanza. Buena relación que mejoraría con la disponibilidad de la información mencionada, por parte del docente.

Otro aspecto es la evidente dependencia del sitio de trabajo para disponer de la información: los soportes de la información pertinente se restringen al lugar de trabajo causando una baja disponibilidad de información conveniente y oportuna en cualquier momento y lugar. Es así, como la relación del profesor con sus estudiantes trasciende el salón de clase, realizándose en diferentes lugares y tiempos, como por ejemplo en los grupos de investigación o cuando hay una dirección de un proyecto de grado de por medio, en donde la calidad de la información que se maneje sobre el avance del alumno se hace indispensable.

Indirectamente se pueden considerar otros inconvenientes que afectan el proceso de aprendizaje, tales como la ausencia o deficiencia en la organización de las actividades (tanto del docente como de la clase) y los problemas propios de la clase (temas inconclusos, inquietudes sin resolver).

Por lo anterior, conviene buscar y construir herramientas que faciliten la gestión, el seguimiento y el control de información relacionada con el proceso educativo individual, mediante un soporte eficiente donde la movilidad juegue un papel preponderante –el registro y consulta de datos es necesario virtualmente en todas partes a toda hora– para el mejoramiento de la relación entre los protagonistas del proceso educativo. Preferiblemente las soluciones deberían cumplir con criterios como la adaptabilidad, es decir, la facilidad de acoplamiento al escenario de la problemática (virtualmente en cualquier lugar); y en caso de ser una solución basada en tecnología debe hacer uso de

las tecnologías de vanguardia al alcance, teniendo en cuenta que de esta manera se obtienen beneficios indispensables –algunos inherentes al tipo de tecnología- para una adecuada solución, tal y como son la posibilidad de renovar los métodos pedagógicos y la movilidad, en nuestro caso específico.

3.1.2 Objetivos

Objetivo General

Diseñar y desarrollar una herramienta software mediante el uso de PDAs que permita a los docentes universitarios el registro y el acceso de la información necesaria para una adecuada evaluación del avance del estudiante y para el seguimiento los proyectos de grado o de investigación y de sus asignaturas.

Objetivos Específicos

- Definir la información pertinente que la herramienta gestionará, junto con los diferentes contextos en que ésta se pueda aprovechar.
- Diseñar una arquitectura software que garantice el correcto funcionamiento de la aplicación en el dispositivo móvil.
- Diseñar y desarrollar una aplicación para PC que interactúe con la aplicación en el dispositivo móvil, facilitando así el ingreso de grandes cantidades de datos, además de tener una copia de respaldo de la información.
- Diseñar y desarrollar una herramienta software para PDAs que permita al profesor:
    - Registrar y tener acceso a información detallada del estudiante: información del trabajo en clase –entendiéndose esto como participación, progreso de su aprendizaje en la materia– y aquella que está fuera de la clase –información concerniente a los proyectos de grado o de grupos de investigación, consultas acerca de la materia fuera del salón, ideas espontáneas–.
    - Hacer registro de la asistencia de los estudiantes a las diversas actividades programadas en el desarrollo de una asignatura, mediante el servicio de una lista electrónica de los alumnos.
    - Tener un registro tabulado de las calificaciones de los estudiantes para evitar hacer cálculos (p.e. de porcentajes de notas) durante el semestre o interpretar datos (p.e. gráficas de notas del salón, de asistencia, etc).

- Consultar y modificar el contenido de sus clases (temas del día, actividades, conceptos básicos, contenidos claves, ejemplos explicativos) y preferencias del salón (p.e. metodologías).

- Diseñar e implementar un medio de sincronización entre la aplicación de la PDA y la aplicación del PC, que permita el intercambio de datos entre ambos dispositivos.

3.1.3 Justificación Y Alcance

El registrar y tener acceso instantáneo a información detallada del estudiante en el salón de clase tendrá un efecto muy positivo en tres aspectos: la motivación del alumno para con la materia en cuestión, las relaciones docente-estudiante y los parámetros que el profesor tiene en cuenta para emitir el juicio valorativo. Se entiende por información detallada, datos como: nivel de participación, progreso de su aprendizaje en la materia, dificultades en el proceso, asistencia, entusiasmo demostrado, esfuerzo hecho e interés en general. Para empezar, el alumno al darse cuenta que para el maestro, él es mucho más que un código (a lo sumo un nombre y correo electrónico) y unas cuantas calificaciones, evidentemente estimulará e incentivará su deseo de aprender o de interesarse por la asignatura. Además, el conocimiento de tal información, "hace las relaciones docente-estudiante más ricas, con mayores posibilidades de acompañar el crecimiento del otro y de entender las actitudes y las formas con que se asumen los compromisos del curso"[145].

Por último, cuando se valoran el *deseo* y el *intento* de aprender y las construcciones que va realizando el estudiante, a pesar de que tal vez el examen no haya sido completamente satisfactorio, se están teniendo en cuenta aspectos que indiscutiblemente son muy preponderantes a la hora de emitir un juicio respecto al avance en el proceso de un alumno. Aspectos que valoran no sólo el trabajo con acompañamiento directo del docente, sino también aquel trabajo independiente que el estudiante realiza por sí solo; trabajo independiente en el cual la Universidad ha hecho énfasis[146], obedeciendo las

---

[145] Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Pág. 18. Op.Cit., p.25

[146] *La hora de trabajo con acompañamiento directo implica mínimo una hora de trabajo independiente.* Artículo 7 del Acuerdo del Consejo Superior No 071 de 2003.

disposiciones que el gobierno ha emitido[147] por medio del Ministerio de Educación. Así, la evaluación se enriquece de forma notable, lo que la hace más justa y adaptada a la realidad del estudiante. En conclusión, aunque se seguirá resumiendo la evaluación en una calificación, los números dirán mucho más de él, serán más fieles a la realidad de lo sucedido, reflejarán las fortalezas y debilidades del estudiante en cuanto al aprendizaje. Además, el control del avance del estudiante por parte del profesor, le proporciona mejores bases para planear nuevas estrategias que ayuden a lograr no sólo los objetivos del curso, sino la misma misión del docente.

Todo esto desembocará en un mejoramiento en la calidad del proceso educativo.

Por supuesto, esto se haría muy difícil de manejar si el grupo de estudiantes fuera demasiado grande, por lo que la herramienta está enfocada a grupos universitarios relativamente pequeños (30-35 máx.), aunque no es absolutamente necesario, que sea de educación superior, debido a que en cualquier ambiente pedagógico es útil una buena herramienta de apoyo. Es por eso que en el ambiente de proyecto de grado y grupos de investigación, la herramienta encuentra nuevas aplicaciones. Veamos.

Cuando la relación profesor-estudiante traspasa la barrera del salón de clase y se transforma en una relación de director de proyecto (ya sea de grado o de asignación en un grupo de investigación) con el estudiante autor del mismo, la cantidad y calidad de la información, tanto del alumno como del proyecto, se hacen indispensables para buscar un adecuado desarrollo del proceso. Indispensable porque el seguimiento que le demanda a un profesor un proyecto de grado es mucho mayor y, sobre todo, mucho más importante que el de una clase normal. Esta importancia radica en que una de las principales funciones de los profesores Universitarios es la de dirigir proyectos y así, realmente hacer una contribución significativa a la conclusión del proceso de formación superior, que es en últimas la misión de la misma Universidad.

Es de hacer notar que los alumnos de tales proyectos le demandan no sólo más tiempo al profesor, sino que una consulta u observación suya no se la hacen exclusivamente dentro

[147] *Una hora académica con acompañamiento directo de docente supone dos horas adicionales de trabajo independiente*

de un salón/oficina/laboratorio, sino casi en cualquier lugar donde sea que se encuentren. Esto sucede debido a la flexibilidad del horario de las reuniones (a diferencia del rígido horario de una asignatura), al notorio interés del alumno en su proyecto y a la existencia de una mayor confianza en la relación entre el alumno y su director.

La información (avances, dificultades, sugerencias) no sólo será útil para llevar un buen seguimiento y control del proyecto del alumno sino también para una reutilización del conocimiento en casos similares, esto mediante el registro ordenado de la información concerniente a todo el proceso de concepción, análisis, construcción y ejecución del proyecto. Por ejemplo, para quienes en un futuro quieran realizar un proyecto de grado en computación móvil, o simplemente quieran hacer un proyecto en un grupo de investigación afín, les será muy útil el conocer cómo se superaron las muchas dificultades que se les presentaron a sus antecesores y que probablemente a ellos también se les presentarán.

Además, el registro de ideas espontáneas (relativas a cierto proyecto o incluso uno nuevo), mejorará significativamente. No es un secreto que muchas veces no se cuenta (por el lugar donde surge la inquietud) con un medio eficaz para registrar un pensamiento que, así como es de útil, es de efímero. La movilidad intrínseca al dispositivo, contribuirá enormemente en este aspecto. La herramienta posibilitará el registro de la asistencia del estudiante a las diversas actividades, haciendo más eficiente tal proceso. Eficiente porque facilitará al docente, realizar los cálculos que involucran la asistencia. Además, la herramienta posibilitará el control de ciertas circunstancias especiales, por ejemplo, si a cierto alumno le hace falta una falla para perder la materia.

La herramienta, al tener un registro tabulado de las calificaciones de los estudiantes, le permitirá al docente, obtener información relativa al desempeño del salón (mediante diagramas estadísticos: por ejemplo cómo les fue en cierto parcial) y le evitará hacer cálculos de notas parciales o finales, así como minimizará errores en tales cálculos.

---

en programas de pregrado y de especialización. Artículo 19, Capítulo 2 del Decreto 2566 de Septiembre 10 de 2003.

Por otro lado, la herramienta también tendrá la capacidad de consultar y modificar el contenido de las clases; esto porque no es raro que los profesores tengan ideas acerca del contenido de su cátedra en cualquier momento y lugar. Ideas como temas del día, conceptos básicos, contenidos claves, ejemplos explicativos. Esto, aparte de enriquecer (ejemplos más reales, tangibles) y dinamizar la clase (actualidad, contenidos diferentes a los tradicionales) le facilitará el proceso de preparación de ésta, ya que, no necesariamente tendrá que *sentarse* a hacer tal proceso, sino que la puede ir realizando cada vez que se le ocurre algo que considera lo suficientemente pertinente para incluirlo en su clase.

Otro aspecto importante es la *personalización* de la clase. Esto entendido como las preferencias pedagógicas (o estilos de aprendizaje[148]) que tiene cada salón, ya sea porque el mismo salón se lo hace entender al docente, o porque éste lo deduce. Preferencias tales como, por ejemplo, clases enfocadas más a lo teórico o a lo práctico, o forma de presentar y organizar la información (algunos preferirían un vistazo *holístico* al tema, otros empezar por lo específico[149]). Hay incluso quienes piensan (como el Dr. Gardner[150]) que de acuerdo al tipo de inteligencia que se tenga, se debe escoger un método adecuado de aprendizaje. Por ejemplo, alguien que tenga fortalezas en la *inteligencia interpersonal* aprenderá mejor a través de colaboración e integración social. Se debe, entonces, tener en cuenta todos los tipos de inteligencia y no simplemente los usuales *lingüístico* y *lógico-matemático*.

Esta *personalización* es muy útil para planificar mejor las actividades que el docente propone en el aula, buscando ofrecer experiencias que se acomoden a los estilos particulares del grupo. Sin embargo, “el docente puede también de manera intencionada, plantear experiencias de aprendizaje en las cuales el grupo tenga que enfrentarse a estilos de aprendizaje diferentes al suyo propio; esto con el fin de desarrollar habilidades

---

148 Para más información acerca de Estilos de Aprendizaje, ver: Stephen W. Draper, *"Learning styles (notes)"*. Department of Psychology, University of Glasgow, Scotland. staff.psy.gla.ac.uk/~steve/lstyles.html

149 *“Learners also have preferences as to how their teaching material is organised. Some prefer to learn in a holist way, first getting an overview of the topic and then exploring how it is made up from individual pieces of knowledge. Others prefer to fit together bits of knowledge or skill, step by step in a serialist manner, until they gain a complete understanding”* Beale, Russell y Sharples, Mike. *"Design Guide for Developers of Educational Software"*. The British Educational and Communications Technology Agency (Becta), 2002. www.becta.org.uk/page_documents/support_staff/designguide.pdf

150 Howard Gardner, *"Multiple Intelligences"*. Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA, 2004. tip.psychology.org/gardner.html

para aprender en ambientes desfavorables para su propio estilo"[151]. Aunque todo lo anteriormente dicho se puede realizar por escrito, sin ayuda de un dispositivo de computación móvil, en general, una PDA aventaja a una agenda (o bloc de notas) en volumen y organización de la información y en la posibilidad de manejarla digitalmente (con todas las ventajas que esto implica[152]). Además según la UNESCO[153], "los establecimientos de educación superior han de dar el ejemplo en materia de aprovechamiento de las ventajas y el potencial de las nuevas TIC (tal como lo es nuestra herramienta), velando por la calidad y manteniendo niveles elevados en las prácticas y los resultados de la educación."

Es de resaltar que por razones de soporte (seguridad de la información) y comodidad en el ingreso de grandes cantidades de datos, se hará una aplicación en el PC: el riesgo de que al extraviarse/estropearse la PDA se pierda toda la información que el docente tiene allí, debe minimizarse; por lo que se tendrá la posibilidad de sincronizar la información del dispositivo con la del PC. Por otro lado, cuando la información que se necesita ingresar a la aplicación supera cierto límite, se hace muy tedioso e incómodo utilizar el ***stylus*** de la PDA, por lo que hacerlo desde un teclado (y un mouse) facilita enormemente el proceso. Por último, este proyecto es un trabajo que valdría financiar en una etapa macro[154], debido a sus grandes opciones de aplicación a gran escala, tal y como ha sucedido en Universidades e Instituciones europeas y estadounidenses[155]. Por ejemplo, en las Universidades de *South Dakota* y *Minnesota Duluth*, en los Estados Unidos, la Universidad suministró PDAs no sólo a profesores, sino a los estudiantes de primer (o último) nivel, quienes estuvieron apoyados por una infraestructura de comunicaciones de dispositivos móviles inalámbricos.

---

[151] Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Pág. 71. Op.Cit., p.25

[152] Por ejemplo: el profesor podría tener en el dispositivo los ensayos de los estudiantes de cierta tarea y poder así revisarlos en cualquier lugar (en vez de tener que imprimirlos y complicarse con una gran cantidad de hojas); o también podría hacer y proyectar sus presentaciones Power Point en vez de tener que utilizar un incómodo portátil o CPU; o intercambiar documentos con otro profesor/estudiante (que tenga también una PDA) en el pasillo, revisar correo electrónico, acceso a internet, etc, etc.

[153] *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). Declaracion Mundial Sobre La Educacion Superior En El Siglo XXI: Vision y Accion, www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm

[154] Ver **Recomendaciones**, al final de este documento.

[155] Ver mayor información en la sección **1.3 Estado del Arte**

Esto, por supuesto, amplía de manera radical el abanico de posibilidades de usos de la tecnología móvil (consulta de la Biblioteca UIS desde cualquier punto del campus, una electiva de Programación en Dispositivos Móviles, consulta de notas por PDA desde cualquier punto de la Escuela, etc.), y, claro, del software a desarrollar; todo enmarcado en un mejoramiento de la educación. Aunque no yendo tan lejos, si todos los profesores de la Escuela tuvieran una PDA (ya sea suministrada por la misma Escuela o por la Universidad, o por ellos mismos) con el software en cuestión, y se hiciera un uso adecuado e intensivo del mismo, los beneficios serían inmensos, como ya se han descrito.

3.1.4 Impacto Y Viabilidad

	Técnico	**Económico**	**Social**
Impacto	* El proyecto hace parte de un grupo de trabajos pioneros en Computación Móvil en la Escuela, por lo que el proyecto dejará un aporte significativo en el área para futuros desarrollos con esta tecnología. De hecho, se realizará una página web con la documentación acerca de las experiencias de la concepción y desarrollo de los proyectos. * Gracias a que se usarán tecnologías móviles, se espera una motivación por parte de la Escuela de desarrollar más proyectos en esta área en un futuro cercano.	* Este trabajo es un proyecto enfocado al mejoramiento de la educación y no al mejoramiento de un proceso rentable que pueda evitar/reducir costos o aumentar la productividad.	* Cambio de la metodología de trabajo de los profesores: ya no es completamente necesario que 'se siente' a programar su clase. * El uso continuo de la herramienta, desmitificará la tecnología móvil, y dejará ver más fácilmente todos sus potenciales beneficios. * El proyecto permitirá la posibilidad de capacitación de personas interesadas y futuros miembros del grupo en esta temática

Viabilidad	* Existen los recursos técnicos necesarios para el desarrollo del proyecto (computadores, PDAs, software, libros). Además, el personal también se encuentra disponible. * Las buenas experiencias de proyectos similares[156] demuestran que el conocimiento en Colombia se encuentra lo suficientemente maduro para el éxito de este tipo de desarrollos. Aunque en la Escuela no es el caso, la investigación previa que se realizará, nos pondrá en una buena posición respecto al conocimiento necesario.	* Debido a que ya se cuenta con la mayoría de los recursos (y los que aún no tenemos, no correrán por nuestra cuenta), el proyecto es completamente viable en el aspecto económico. * Algunos profesores no ven la justificación de invertir una cantidad de dinero considerable en un dispositivo móvil y en un software para sus actividades académicas tradicionales.	* La predisposición de algunos profesores para con el uso de la tecnología en ciertos aspectos del aprendizaje (como por ejemplo la preparación de clase y toma de asistencia), dificulta la aceptación del proyecto. * La información que manejan los profesores de los alumnos, usualmente no se sale de su nombre y sus calificaciones, por lo que el mayor compromiso que implica el manejo y buen uso del software (debido a que maneja información detallada del estudiante), sería un esfuerzo extra que algunos profesores no estarían dispuestos a hacer. Sin embargo, el esfuerzo en realidad no es *extra*, sino más bien una obligación del docente[157].

3.2. ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El objetivo de esta fase es obtener una clara comprensión del problema a resolver, extraer las necesidades del usuario y derivar de ellas las funciones que debe realizar el sistema[158]. Los requisitos del sistema definen los servicios que el sistema debe proporcionar a los usuarios y las restricciones y condiciones de uso de los mismos. Es decir, en esta etapa se trata de expresar la estructura de la solución, centrándonos en las necesidades del usuario de tal forma que éste pueda comprender de la forma más

[156] Proyecto "Class Manager". Grupo COMBA, Universidad Santiago de Cali. Cali, 2003.
[157] "*…obliga a que el docente debe tener un mínimo conocimiento de la población con la que va a trabajar en su asignatura: debe tener alguna idea de a quiénes va a enseñar. Requiere saber de sus alumnos tanto en el aspecto intelectual como en los aspectos sicológicos y socio-culturales".* Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Pág. 70. Op.Cit., p.25
[158] León Serrano, Gonzalo. Ingeniería de Sistemas de Software. Isdefe, Primera Edición. Madrid, 1996.

correcta posible sus necesidades. Dicho de otro modo, consiste en saber exactamente qué necesita el usuario (objetivos), así como los beneficios y la funcionalidad del software.

Es importante distinguir en esta subfase entre **requisitos funcionales** (aquellos ligados a la relación entre datos de entrada y resultados –datos de salida– que debe presentar el sistema, incluidos los derivados de restricciones temporales cuando éstas están cuantificadas), los cuales deben estar jerarquizados en funciones y sub-funciones; y **requisitos no funcionales** (que incluyen restricciones sobre los funcionales y aspectos de calidad del sistema[159]) como por ejemplo, mantenibilidad (facilidad para que el sistema evolucione y se modifique una vez entregado al usuario), escalabilidad (posibilidad de incrementar sustancialmente el número de usuarios u otros parámetros), facilidad de uso, etc., que no pueden ligarse a funciones concretas dentro del sistema.

Sin embargo, debido a la naturaleza del proyecto, antes de hacer cualquier propuesta se debe responder el siguiente interrogante: ¿se conocen los procesos educativos y modelo pedagógico de la institución en la cual se está planteando una propuesta de uso de las TIC para apoyar los aprendizajes?[160], esto para evitar un impacto demasiado radical en la organización, lo que iría en contra de la viabilidad de la implantación del proyecto.

3.2.1 Características Del Proceso Educativo UIS

En esta sección nos limitaremos a enumerar aspectos que describen el modelo pedagógico y estrategias de aprendizaje de la Universidad Industrial de Santander. En la sección **3.2.3 CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS**, haremos un análisis de las implicaciones de éstos en los requerimientos de la herramienta a desarrollar. El Reglamento del Profesor[161] considera dentro de la Misión del mismo:

- Orientar a los estudiantes, en el proceso autónomo de su formación como hombres libres y ciudadanos responsables, comprometidos con los principios democráticos,

---

[159] *"Constraint requirements place restrictions on how software can be built and operated. For example, definitions of external communications, hardware and software interfaces may already exist, either because the software is a part of a larger system, or because the user requires that certain protocols, standards, computers, operating systems, library or kernel software be used"*. ESA PSS-05-0 Software Engineering Standard. www.ess.co.at/ECOSIM/ESA.txt

[160] Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Página 25. Op.Cit., p.25

[161] Acuerdo No. 063 del 5 de Octubre de 1994. Aprobado por el Consejo Superior. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1994.

practicantes de la tolerancia y los deberes cívicos, defensores de los derechos humanos y de la unidad nacional y actores dinámicos en los procesos de enriquecimiento, divulgación y reinterpretación de la cultura.

- Desempeñarse con excelencia en el ejercicio de la docencia, la investigación y la extensión, a partir de una sólida base humanística, ética y científica.

El Reglamento también considera que para el cumplimiento de la misión del profesor, éste debe realizar unas actividades de forma directa e indirecta. Las actividades de docencia directa son:

- Dirección de asignaturas
- Consultoría, asesoría y tutoría a estudiantes.
- Enseñanza, dirección y supervisión personal a grupos de estudiantes en laboratorios, talleres, campos deportivos, escenarios, centros de prácticas y demás lugares debidamente programados por la Universidad.
- Discusión, exposición y análisis con participación de estudiantes y profesores en seminarios.
- Dirección y calificación de trabajos de grado.

Dentro de las actividades de docencia indirecta, se destaca la dirección de centros de investigación. Ahora, algunos de los deberes de los profesores son:

- Cumplir su compromiso con la misión institucional y con su propia misión como profesor de la Universidad.
- Desempeñar con responsabilidad, cumplimiento, eficiencia, calidad, seguridad laborar, bioseguridad, las actividades que le sean asignadas y las labores inherentes a su cargo y a su categoría en el escalafón docente.
- Realizar con justicia y equidad las evaluaciones académicas reglamentarias a los estudiantes de la Universidad y dar a conocer oportunamente a la institución y a los estudiantes los resultados de las mismas.
- Observar conducta, actitudes y normas éticas acordes con la dignidad, preeminencia y respetabilidad del ejercicio docente.
- Participar en actividades de perfeccionamiento docente y capacitación profesional, de acuerdo con las políticas y planes institucionales y los intereses del profesor.

Dejando de lado el Reglamento del Profesor, vemos que en el Acuerdo No. 182 de Octubre 22 de 1996 del Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander se define el modelo pedagógico de la Universidad. Primero define el modelo pedagógico como un acuerdo de la comunidad de profesores, estudiantes, directivas y demás servidores de la institución, sobre los principios y la manera de ejecutar el proceso educativo en la Universidad Industrial de Santander. El modelo pedagógico de la Universidad Industrial de Santander se fundamenta en tres principios:

- *El reconocimiento del otro como persona, capaz de usar su propio entendimiento para la toma de decisiones e interlocutor válido.*

  El reconocimiento del otro como persona se refiere a reconocer su integralidad (dimensiones subjetiva, social y científico-tecnológica), sujeto de derechos y deberes, ser en formación, con logros, limitaciones y potencialidades. Como persona, cada uno es igual al otro, a la vez que es un individuo único. Como interlocutor válido, se reconoce su capacidad de pensar, actuar, sentir por cuenta propia; su posibilidad de participar libre y responsablemente y de aportar creativamente en los procesos de transformación de su realidad, mediante la comunicación: trabajo, lenguaje e interacción. Reconocer en el otro la capacidad de usar su propio entendimiento para la toma de decisiones, es afirmar la democracia participativa y la responsabilidad que cada uno tiene de su propio proceso de formación.
- *La construcción del ser, del hacer y del saber.*

  Construir el ser se refiere al proceso de formación integral, de actualización de potencialidades, de desarrollo humano en las dimensiones subjetiva, social y científico-tecnológica. Construir el saber se refiere a la generación y apropiación creativa del conocimiento y a la reflexión sobre su sentido y valor en un contexto. Y construir el hacer se refiere al establecimiento de relaciones con el entorno natural y social, a la educación del sentir y del obrar en la cotidianidad, educación orientada a la formación del ciudadano.
- *La articulación Universidad-Sociedad.* Es acerca de formar al estudiante como ciudadano, como persona autónoma y comprometida. Contribuye a la formación del ciudadano comprometido con la sociedad, el estudio de la problemática social

desde la perspectiva del conocimiento contextualizado y la participación activa en los procesos de transformación, orientados al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y al desarrollo sostenible.

Estos tres aspectos se funden en el proceso educativo en un *diálogo pedagógico*. El diálogo pedagógico es acción y reflexión comunicativa entre interlocutores válidos sobre un tema de estudio. La acción y reflexión comunicativa es la medición entre los interlocutores y entre estos y el tema de estudio. En el diálogo pedagógico, los interlocutores, el objeto de estudio, el saber y la misma mediación comunicativa, están en proceso de transformación, humanización y socialización. La práctica del diálogo pedagógico se puede describir en tres momentos:

- *Momento del Maestro*. El maestro es el profesor, el autor de un libro, el estudiante o quienquiera que esté en actitud de maestro. Tiene características como despertar interés; orientar, guiar, acompañar, estimular; demostrar, interpretar, explicar; compartir el saber, dar ejemplo.
- *Momento del estudiante*. Es estudiante es el profesor o el mismo estudiante o quienquiera que esté en actitud de estudiante. Tiene características como interesarse, imaginar; indagar, investigar; ensayar; cuestionar.
- *Momento de la Puesta en Común.* Es el momento de la síntesis cultural (contextualización del conocimiento, formulación de críticas, confrontación de ideas con el otro, toma de conciencia de los avances logrados y responsabilidades adquiridas), la siembra de inquietudes (reflexión que trasciende la experiencia académica habida y proyecta preguntas e hipótesis hacia lo desconocido, hacia la frontera del conocimiento) y la evaluación (ejercicio de valoración de los logros obtenidos en el proceso de formación integral; está orientada a demostrar calidad y a mejorar).

Además de los nombrados Reglamento del Profesor y Acuerdo No. 182, en el Proyecto Institucional[162] de la Universidad Industrial de Santander, encontramos información acerca de las estrategias pedagógicas utilizadas por la misma y la intención de la Universidad respecto a cómo debe ser la educación.

En la sección *2.4 Desempeño Integral de los Docentes,* la Universidad nos dice que "los docentes deben asumir con compromiso y conciencia plena de su responsabilidad ética y social, el papel de orientadores del proceso de aprendizaje y ser los maestros que apoyan la formación integral de los estudiantes. (...)La actividad de orientar el aprendizaje (...) implica un cambio de paradigma; del modelo transmisionista a otro que se construye en la interacción permanente con los estudiantes dentro de un contexto específico. Es en el estilo pedagógico donde el maestro pone en juego la relación consigo mismo, con el otro, la relación con el conocimiento y con la naturaleza."

En la sección *2.6 Pedagogía para la Formación Integral,* vemos que "el *contrato moral* que debe establecerse entre el docente y los estudiantes es entonces un modo de relación entre personas autónomas interesadas en su mutua ilustración, que se reúnen periódicamente para inducirse a aprender con seriedad y rigor y a disfrutar de esos momentos con intensidad."

Dentro de la sección *3.6 Estrategias Pedagógicas,* encontramos que "tras una larga tradición pedagógica centrada en la representación del enseñar, hay que empeñar muchos esfuerzos para cambiar la práctica pedagógica, fundándola en el aprender del estudiante. El paradigma pedagógico del aprender supone la dignidad del estudiante, es decir, la confianza en que él puede decidirse a aprender y pensar por sí mismo, sin depender del profesor."

Por último, vemos cómo en la sección *4.1 Formación Integral,* se hacen referencia a que la formación integral es "una tarea compleja y de largo plazo, un objetivo institucional que compromete a todos sus estamentos e instancias académicas."

Para terminar, la última fuente de información utilizada en esta sección, fue el Documento de presentación de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, (Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Universidad Industrial de Santander. Abril de 2000), en el cual tuvimos en cuenta el numeral *4. Prácticas Pedagógicas*, donde en la sección *4.1 Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje*, según la Vicerrectoría Académica (conferencia EL SABER HACER), "cuando se habla del profesional de la educación (el maestro), este

[162] Acuerdo No. 015 de Abril 11 de 2000. Mayo de 2000.

saber hacer referencia la práctica pedagógica, a la capacidad para acompañar de manera significativa y pertinente los procesos de aprendizaje de los estudiantes".

El documento enumera las diferentes estrategias pedagógicas que el profesor de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática puede utilizar, del cual rescatamos las siguientes.

Estrategia Personalizada: *Esta estrategia pedagógica requiere de actividades como:*

- *Estudio y trabajo individual*
- *Instrucción personalizada (guía para trabajo individual)*
- *Tutoría personalizada*
- *Organización de centros de interés*
- *Solución individual y orientada de problemas, ejercicios y/o tareas*

Estrategia Asociativa: *Esta estrategia pedagógica requiere de actividades como:*

- *Organización de actividades en grupos con habilidades e intereses semejantes, grupos heterogéneos (diferentes edades, habilidad y sexo), grupos homogéneos (edad y sexo).*
- *Actividades que faciliten trabajo cooperativo (entre todos realizan una tarea y hay por tanto diferentes niveles de habilidades)*
- *Conformación de grupos de interés*
- *Conformación de equipos para diversas tareas*

Estrategia Deliberativa: *Esta estrategia pedagógica requiere de actividades como:*

- *Debates*
- *Conferencias*
- *Foros*
- *Páneles*
- *Lluvia de ideas*
- *Discusión de clase*
- *Análisis de alternativas de solución de problemas*
- *Mesa redonda*
- *Simposio*
- *Plenarias para comentar los análisis y la síntesis del trabajo en equipo*

Estrategia Interrogativa: *Esta estrategia pedagógica requiere de actividades como:*

---

azulejo.uis.edu.co/web/doc_interes/actuales/proyectoinstitucional.pdf

- *Socráticos (pregunta permanente)*
- *Entrevistas*
- *Explorar con preguntas el dominio del tema*
- *Cuestionarios de alto nivel y de bajo nivel de complejidad*
- *Animación constante para encontrar respuestas*
- *Repetición de información crítica*
- *Elaborar lista de preguntas sobre una situación*
- *Interrogar sobre otros puntos de vista y soluciones para un problema resuelto*

Estrategia Investigativa: *Esta estrategia pedagógica requiere de actividades como:*

- *Solución de situaciones problemáticas contextualizadas (definir problemas, formular hipótesis, recoger datos, formular estrategias de solución, resolver y validar conclusiones, plantear nuevos problemas a partir de los resueltos)*
- *Experiencia de laboratorio de campo*
- *Demostraciones orientadas a resolver problemas*
- *Indagaciones para la solución significativa de problemas*

3.2.2 Requerimientos Del Software

En esta sección se tiene como objetivo conocer las necesidades de los usuarios y cuáles deben ser los servicios que un sistema de software debe ofrecerles para satisfacerlas, construyendo así el *modelo lógico* del sistema. Se debe decir *qué* debe hacer el software, y no *cómo* debe hacerlo[163]. Para determinar los requerimientos del software se utilizaron 4 fuentes de información:

- Las tendencias contemporáneas educativas[164],
- Una serie de entrevistas[165] hechas a varios profesores de diferentes Escuelas de la Universidad Industrial de Santander y un profesor de la Universidad Santo Tomás de Aquino.
- El modelo pedagógico y las estrategias de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Industrial de Santander[166].

---

[163] *"A vital part of the analysis activity is the construction of a `model' describing `what' the software has to do, and not `how' to do it*". ESA PSS-05-0 Software Engineering Standard. www.ess.co.at/ECOSIM/ESA.txt

[164] Ver sección **1.1 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS EDUCATIVAS Y PEDAGÓGICAS**

[165] Ver formato de entrevista en **ANEXO A**, al final de este documento.

- Nuestra experiencia como integrantes del proceso de enseñanza/aprendizaje en la Universidad, que incluye una amplia interacción con docentes universitarios y con grupos de investigación.

Para la concepción de las entrevistas, se tuvieron en cuenta las tendencias contemporáneas educativas y nuestra experiencia como estudiantes. Contamos con la amable colaboración de los siguientes profesores:

- Hernán Porras (Escuela de Ingeniería Civil)
- Marta Vitalia Corredor (CEDEDUIS)
- Luis Carlos Gómez (Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática)
- Germán García (Escuela de Ingeniería Civil – Director de Escuela)
- Fabio Reyes (Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática)
- Víctor Castellanos (Escuela de Ingeniería Civil)
- Fernando Ruiz (Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática)
- Néstor Raúl D'Croz (Escuela de Ingeniería Mecánica)
- Jorge Ramón (Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones)
- Enrique Sarmiento (Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática)
- Jose Alfredo Sarmiento (Docente Universitario de pregrado/posgrado y Consultor de Empresas de la Universidad Santo Tomas y Universidad Autónoma De Bucaramanga.)
- Edwin Alberto Garavito (Escuela de Ingeniería Industrial)

A continuación veremos los resultados de las entrevistas, observando las estadísticas de las opciones y mirando algunos comentarios destacados acerca de las explicaciones.

Pregunta No. 1:

Edad:	6
Situación Familiar:	5
Correo Electrónico:	10
Perfil Personal:	9

[166] Ver sección **4.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO EDUCATIVO UIS**

Lugar de Procedencia: 8

Otros: nivel académico, pasatiempos, carrera, costumbres, promedio, evaluación de competencias en desarrollo año tras año, materias cursadas y en curso, si tiene proyecto de grado y cuál

Comentarios Destacados:

- *Porque permite humanizar la relación profesor-estudiante. Agregaría yo el nombre y ocupación de los padres y hermanos, pasatiempos y habilidades, tanto académicas (p.e. no le gusta programar pero sí diseñar páginas web) como no académicas (p.e. toca guitarra). Esto permitiría identificar el perfil del estudiante, permitiendo la personalización del proceso educativo. El conocer este perfil sería útil también en casos donde se requieran hacer grupos para determinada tarea (p.e. conociendo las preferencias de los alumnos, sería fácil saber a quiénes se debe recurrir al hacer un grupo de investigación en determinado tópico) o simplemente para conocer sus motivaciones. Sugiero tratar de sugerir un formato de perfil, para que el alumno lo llene. Tendría algunos campos obligatorios (correo, promedio acumulado, cuántas y cuáles materias ha perdido, entre muchos otros), otros opcionales (no se puede obligar al estudiante a decir todo acerca de él). Sería incómodo que el profesor tuviera que digitarlo, por lo que el alumno debería proporcionarlo de manera digital (sugiero en una aplicación web en vez de correo electrónico, para facilitar la sincronización con la herramienta). El perfil del alumno debe entonces, cobijar tanto a estudiantes de proyectos de grado, como de asignaturas. Incluso para salones muy grandes, es donde surgiría la mayor utilidad de la herramienta (p.e. sería más fácil para el profesor identificar a sus alumnos con una foto).*
- *Porque entre más nos acerquemos a los intereses, características y motivaciones del estudiante, será más fácil acompañar sus procesos de aprendizaje.*
- *Porque serviría para mejorar la orientación del curso a la situación e intereses de los estudiantes.*
- *Porque Colombia es un país de regiones y costumbres, las cuales hay que aprender a respetar, por ejemplo las fiestas de pueblo. Conclusión, porque permite identificar las culturas.*

- *Porque a veces esta información está relacionada con el desempeño (edad, perfil).*
- *Me interesa mucho el comportamiento de los estudiantes como persona, ya que demuestra responsabilidad para con su inteligencia.*

Pregunta No. 2:

Sí: 12

No: 0

Comentarios Destacados:

- *Sí, porque mide el interés, puede detectar la debilidad del estudiante y del profesor y desarrollar habilidades comunicativas. Debilidades porque el que (p.e.) varios estudiantes pregunten mucho fuera de clase, es una señal de que el profesor no pudo transmitir las enseñanzas de forma apropiada; a su vez, también podría significar que el estudiante tiene debilidades en el tema. Por otro lado, se desarrollan habilidades comunicativas en la conversación fuera de clase del alumno con el profesor; habilidades que contemporáneamente se han debilitado mucho respecto a generaciones anteriores. La tecnología (televisión, videojuegos, Internet) tiene gran parte de responsabilidad en estas deficiencias, ya que aísla a las personas, quitándoles la posibilidad de distraerse socialmente.*
- *Si, porque se puede llevar registro de cómo avanza, el interés por la temática del curso.*
- *Si, porque puede contribuir a mejorar sustancialmente el desempeño.*
- *Sí, porque eso me permitiría conocer el interés que hay por el tema y la forma como están captando su aplicación.*
- *Sí, para correlacionar resultados visibles con el interés.*
- *Sí, porque me indicaría el interés, cuáles actividades les gustan para incentivarlos y propiciarlos.*
- *Si, porque me permite hacer seguimiento del estudiante, con la nueva exigencia del ICFES en cuanto a créditos académicos, lo cual sugiere que por cada clase presencial, el estudiante deba asumir el doble en trabajo autónomo, necesariamente debo hacer seguimiento.*

Pregunta No. 3

Sí: 11

No: 1

Comentarios:

- *Si, porque es necesario realimentar al estudiante sobre su avance y darnos cuenta cómo se están logrando los objetivos y si sirven las estrategias de enseñanza utilizadas.*
- *Ayuda a mantener el interés por parte de los estudiantes.*
- *Porque mejora la comprensión de los temas y su aplicación práctica.*
- *Sí, para saber cómo están asimilando el conocimiento y tomar a tiempo los correctivos que sean necesarios. Adicionalmente para ver la honestidad y el interés con que se realizan los mismos.*
- *Sirve también para mejorar las estrategias iniciales.*
- *Si, porque veo el aporte creciente del estudiante al trabajo y se hace más creíble el resultado final, además porque la materia avanza a cierto ritmo y yo voy agregando ingredientes para obtener un resultado al terminar.*
- *Sí, porque se hace realimentación con el estudiante, lo cual es necesario para aplicar lo aprendido y verificarlo.*

Pregunta No. 4

Sí: 7 (Incidencia en la calificación= Sí: 4 y No: 3)

No: 5

Comentarios:

- *Sí, porque me hace aprender los nombres, incentiva la asistencia y lo ordena la universidad.*
- *No, porque no tengo tiempo, pero debería.*
- *Sí porque les enseño mis conocimientos heurísticos, los cuales no encontrarán en libros. Además, enseña responsabilidad y comportamiento, ya que la asistencia implica un contrato entre el profesor y los estudiantes.*
- *Sí lo tengo en cuenta para la calificación, porque no necesariamente la asistencia es significante para pasar la materia. Considero unas bonificaciones relativas. Además, se enseña que si se hacen las cosas bien, todos ganan (como en una empresa).*

- *Sí, lo hago ocasionalmente como forma de presión ya que considero que cada tema que trato en mis materias es de vital importancia para su desempeño profesional. No lo tengo en cuenta en la calificación, trato de dejarles libertad en asimilar o no la enseñanza.*
- *Al comienzo de semestre pido que de no tener asistencia del 80% hago quiz o genero nota de motivación, etc. Lo hago porque la universidad tiene exigencia de asistencia para aprobar materias, pero además porque el estudiante no está interactuando ni mostrando interés o respeto por el tema, sus compañeros, profesor, padres, etc.*
- *Sí, porque es un deber, sin embargo lo hago esporádicamente. Respecto a la calificación, incide de común acuerdo, aunque en porcentaje del 5%, pues es necesario interactuar en el aula, construir la misión.*
- *No, porque no creo que la presión para que asistan sea útil, prefiero que se motiven a asistir por el interés.*
- *Sí, porque refleja responsabilidad, desarrolla hábitos de puntualidad y de sociabilidad. No incide en la calificación, porque para eso hago quices además de aplicar el reglamento.*

Pregunta No. 5

Sí: 10

No: 2

Comentarios:

- *Sí, parcelo el contenido y lo programo. Esto me da la posibilidad de pensar mejor los ejemplos y contextualizarlos en el mundo real, haciendo la clase más amena y más atractiva para los estudiantes.*
- *Si, porque si se hace una propuesta, se debe tratar de cumplirla en lo más posible.*
- *Sí, semana tras semana hago chequeo del avance del programa, de las evaluaciones, de la presentación del contenido y del avance en los talleres.*
- *Sí, porque quiero ser 100% honesto en el cumplimiento de mi labor docente. El no hacerlo para mí, implica mediocridad e irresponsabilidad.*
- *Sí, porque es parte de la formación y preparación.*

Pregunta No. 6

Sí: 9

No: 3

Comentarios:

- *No. No tengo tratos diferentes con los repitentes, no me interesa si fueron excelentes o pésimos.*
- *Si, porque es altamente probable que lo reconozca y sepa en promedio como es ese alumno, pero eso me permite además observar su recorrido, el contacto no es sólo académico, así que si hablamos de la parte integral, como docente me interesa su crecimiento.*
- *Sí, porque existe correlación entre el 'background' y el rendimiento actual.*
- *Sí, trato de analizar si ha ido mejorando o si veo que va hacia atrás trato de hablar con él y motivarlo.*
- *Sí, porque es necesario comprobar que el método empleado en clase permanece y favorece al estudiante.*
- *No, tan sólo me interesa conocer su rendimiento y promedio general en toda la carrera.*
- *Si, porque puede indicar la necesidad de mayor atención en ciertos tópicos ya sea por dificultad o habilidad.*
- *Sí, para ver cómo evoluciona y para colocarle trabajos diferentes a los repitentes. Por ejemplo, no son raros los estudiantes que después de perder una materia, se vuelven mucho más responsables y conscientes de lo que eran; es decir, la pérdida de la materia sirve como un 'campanazo' de que algo se estaba haciendo mal.*

Pregunta No. 7

Sí: 12

No: 0

Comentarios:

- *Sí, porque permite modificar los estilos de enseñanza, ya que los alumnos a medida que pasa el tiempo, van pidiendo cosas diferentes. Antes el rango entre una generación y otra eran unos 3 años o más, ahora son año y medio, casi. Y claro, cada generación es un mundo nuevo, una mentalidad nueva y unas*

prioridades diferentes. Así, se aprende mucho de ellos, de cada generación, fortaleciendo la que, a mi parecer es la mayor motivación de un docente, de cualquier docente: aprender de los estudiantes.

- *Si, porque usualmente trabajo algo de programación neurolinguística para poder comunicarme con el grupo, y además intento tener variadas técnicas de enseñanza, o realimento con el grupo de vez en cuando para cambiar algunos aspectos didácticos.*
- *Sí, porque de acuerdo con éstos planifico todas las experiencias educativas.*
- *Si, porque ayuda a adaptar la metodología de clase a los estudiantes y se aprende sobre pedagogía.*
- *Sí, porque todos no aprendemos de igual forma. Conocer los estilos prevee una estrategia de enseñanza.*
- *Sí, porque me siento muy mal cuando veo que no están asimilando lo que trato de enseñar y a veces es necesario cambiar la forma de enseñar.*
- *Sí, porque creo que la educación debería ser personalizada a cada estilo, sobre todo a la hora de evaluar.*
- *Sí, porque si los conociera, podría ejecutar acciones que apoyen a los que no entendieran. El problema es que no es fácil identificar esos estilos.*

Pregunta No. 8

Sí: 8

No: 4

Comentarios:

- *Sí, porque la evaluación sobre todo se mide aquí* (este comentario va en función que en el proyecto de grado es donde se evalúa realmente la capacidad del estudiante como Ingeniero).
- *Sí, porque considero que el director debe estar informado de todo el desarrollo del trabajo.*
- *Sí, porque pido avances de los mismos para ver si están siendo capaces o no y así hacer los ajustes que se requieran.*
- *No, sólo parcialmente, dada la dificultad del seguimiento periódico en algunos casos.*

- *Si, porque acompaño el proceso de crecimiento del proyecto y vigilo objetivos contra resultados.*
- *No, porque es difícil conseguir una comunicación transparente entre estudiante y profesor. Es difícil, por ejemplo, saber porqué un estudiante no avanza en su proyecto: puede ser porque no tiene demasiado tiempo (está trabajando, estudiando otra carrera, etc.) o tiene dificultades en el proceso (pero no es capaz de decírselo abiertamente a su director).*

Pregunta No. 9

Previos/Quices:	12
Participación:	8
Consultas fuera del salón:	4
Trabajos en casa:	11
Asistencia:	4
Trabajos en Clase:	8
Progreso en la Asignatura:	7
Otro:	Investigación sobre tecnologías de punta en el tema, lecto-escritura, trabajo en equipo, habilidad oral, proyectos, interés en la asignatura, actitud, ética aplicada en la materia.

Pregunta No. 10

- *Control de asistencia, porcentaje de participación activa, identificación de potenciales líderes o personalidades especiales, conocimiento de cada estudiante y enseñanza personalizada.*
- *Registro de las actividades desarrolladas por el estudiante en clase y registro de actitudes, participación e interés.*
- *Tener acceso en el aula de clase y en otros sitios del edificio a mi PC portátil de la oficina, consultas a los servidores institucionales para consultas de notas, biblioteca y sería deseable información estándar del rendimiento y hoja de vida de los estudiantes.*
- *De experimentación y observación.*

- *Registro de datos importantes, preparación de clases, control de tareas, notas parciales, presentaciones power point, back up de la información.*
- *Tener a mano toda la información relevante. Tomar las evaluaciones más directamente.*
- *Ya se habla de educación móvil, así que valdría la pena enterarse del tema, porque es una evolución necesaria de la misma educación virtual. Lo virtual se va a imponer y todos los recursos tecnológicos estarán apoyando la educación, pero además puede ser una guía de clase, cargar ejercicios, proyectar información, trasladar evaluaciones a los estudiantes y recibirlas, consultas en vivo, interacción con otros docentes, grupos de trabajo, investigación, etc.*
- *Mantener notas como un "diario del profesor". Tener las listas y poder actualizar las notas, manejar un calendario de actividades, usarla como calculadora en problemas de clase, mostrar simulaciones con ayuda de un video beam.*
- *Control de Notas y evaluación de rendimiento y participación.*

Así, teniendo en cuenta los objetivos[167] y la justificación[168] del proyecto, junto con las fuentes de información anteriormente dichas, se determinaron los siguientes requerimientos funcionales, en orden de prioridad:

(1) Tener acceso al perfil personal de cada estudiante (Irían datos requeridos como fecha de nacimiento, correo, carrera, dirección, teléfono).
(2) Registrar, consultar, modificar y eliminar las calificaciones de los estudiantes de forma tabulada y agrupadas según los diferentes criterios de evaluación que el docente considere convenientes.
(3) Llevar el registro de la asistencia de clase y tener la disponibilidad de consultar un historial de la misma. Podrá modificar la asistencia en caso de error. Este historial será tan antiguo como el tiempo que el profesor lleve usando la herramienta.
(4) Registrar, consultar, modificar y eliminar las diferentes actividades del semestre, tales como previos y trabajos.

[167] Ver sección **3.2 OBJETIVOS**
[168] Ver sección **3.3 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE**

(5) Registrar, consultar y modificar el avance en las diferentes actividades propuestas por el profesor, es decir, su progreso en los trabajos a través de la materia.
(6) Modificar y hacer el seguimiento del programa (marcar los temas vistos hasta cierto punto del semestre y visualizar los temas que faltan por ver) de la asignatura a través del período académico. Por facilidad, el ingreso del programa se hará desde la aplicación de PC.
(7) Registrar, consultar y modificar la participación, actitudes e interés. Es decir, el profesor podrá hacer observaciones acerca de, por ejemplo, las consultas fuera de clase o cualquier otro aspecto que desee señalar.
(8) Registrar, consultar y modificar las diferentes preferencias de cada uno de los grupos del profesor.
(9) Conocer el rendimiento del estudiante en las asignaturas que hayan sido cursadas con el mismo docente, es decir, el profesor podrá ver datos de cierto alumno en una asignatura anterior, impartida por él mismo. No sólo serán calificaciones sino asistencia, actitudes, y todas las demás funcionalidades que la herramienta presta (NOTA: en este *historial* únicamente se tendrán en cuenta las asignaturas en las cuales el profesor hizo uso de la herramienta. No se tendrán en cuenta las asignaturas de otros profesores, así hayan utilizado la herramienta).
(10) Registrar, consultar, modificar y eliminar información acerca de los proyectos de grado a su cargo. Información como integrantes, especificaciones del proyecto, avances de progreso y observaciones referentes al proyecto.

A su vez, se definieron los siguientes requerimientos No funcionales:

(1) El ambiente en el cual se desempeñará la herramienta será la PDA bajo sistema operativo Palm OS 5.2.1 y el computador personal del profesor bajo Microsoft Windows (98, 2000 ó XP únicamente).
(2) La información almacenada en la PDA se podrá descargar a la aplicación de escritorio en el PC (sincronizar) y viceversa mediante puerto USB.
(3) El profesor podrá interactuar para el manejo y consulta de datos tanto con el dispositivo móvil como con la aplicación de escritorio.
(4) La herramienta NO será diseñada para:
    - Intercambiar información con otros dispositivos móviles y/o con otros PCs.

- Tener múltiples usuarios (docentes) cada uno con su cuenta y contraseña, es decir, sólo tendrá un (1) único usuario. Sin embargo, sí tendrá un mínimo de seguridad, por medio de una contraseña de acceso.
- Interactuar con el sistema de información de la Universidad Industrial de Santander, por lo que la lista de alumnos de los diferentes salones, tendrá que ser ingresada manualmente desde la aplicación de PC.

(5) La herramienta deberá tener la posibilidad de obtener los perfiles de los estudiantes de forma digital para efectos de facilitar el ingreso de datos (tengamos en cuenta que la PDA no es recomendable para ingreso de grandes cantidades de información, como pueden ser los perfiles).

3.2.3 Contextualización De Los Requerimientos

En este punto ya conocemos el modelo pedagógico y el propósito educativo de la institución donde se desempeñará la herramienta, es decir, la Universidad Industrial de Santander; y hacia dónde apunta la herramienta, es decir, los requerimientos. Estamos entonces en posición de analizar qué tanto impacto causaría el proyecto en la Universidad, incidiendo directamente en la viabilidad y facilidad de implantanción del proyecto. Veamos.

Una de las razones por las que la herramienta no causará un impacto radical en la Universidad, es que los requerimientos en parte fueron obtenidos de una serie de entrevistas a profesores pertenecientes a diferentes escuelas de la Universidad, los cuales en su mayoría cumplen con los lineamientos dictados por la misma, descritos en la sección 3.2.1.

Las otras razones podríamos agruparlas en la afinidad que hay entre los requerimientos y los mandatos proclamados por la Institución.
Parte de la misión del profesor es “orientar a los estudiantes en el proceso autónomo de su formación como hombres libres y ciudadanos responsables comprometidos con los principios democráticos, practicantes de la tolerancia y los deberes cívicos, defensores de los derechos humanos y de la unidad nacional y actores dinámicos en los procesos de enriquecimiento, divulgación y reinterpretación de la cultura.” Para un mejor cumplimiento

de esta misión, es recomendable que el docente conozca algo más que el código y el nombre de cada estudiante, así como sus diferentes actitudes y comportamientos. La responsabilidad del estudiante se ve reflejada en aspectos como la misma asistencia, entrega de trabajos, interés en la materia, participación, etc.
En la misión del profesor también se habla de las actividades directas e indirectas, las cuales se facilitan con el adecuado manejo de información de la materia como consultas fuera de clase, avances de trabajos, participación en clase, dirección de proyectos de grado y de investigación, seguimiento del programa y identificación y registro de las preferencias de cada grupo a su cargo.

Uno de los deberes del profesor, el cual se refleja en el *Momento de la Puesta en Común,* es "realizar con justicia y equidad las evaluaciones académicas reglamentarias a los estudiantes de la Universidad"; y si se desea hacer una evaluación *justa*, se deben tener en cuenta criterios más amplios que las simples calificaciones de los exámenes. Es precisamente éste uno de los valores agregados de la herramienta propuesta: suministrar criterios de evaluación confiables para mejorar la calidad del proceso evaluativo del estudiante. Criterios que están contemplados en los requerimientos obtenidos.
Tanto como en el Proyecto Institucional de la Universidad (en la sección *2.4 Desempeño Integral de los Docentes*) donde se menciona el "apoyar la formación integral de los estudiantes"; como en el Modelo Pedagógico de la UIS, donde uno de sus principios es "reconocer al otro como persona (...) reconocer su integralidad (...) ser en formación, con logros, limitaciones y potencialidades"; se hace evidente la necesidad de conocer al otro. Es por esto que se hace primordial manejar el perfil del estudiante, permitiendo una ampliación de la visión que el docente tiene del estudiante.

De otro lado, el *Momento del Maestro*, el cual es uno de los momentos que describen la práctica del diálogo pedagógico, nos dice que el maestro *acompaña* y *estimula*. El acompañar se podría decir que se refleja en el control de los avances de los trabajos, participación en clase, saber las preferencias de cada grupo y conocer el rendimiento del estudiante en materias anteriores; y si se ha acompañado eficientemente, se tiene conocimiento suficiente para corregir o estimular al estudiante.

Por último, dentro las estrategias pedagógicas que el profesor de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática puede utilizar, es la Estrategia Personalizada, la cual como su nombre lo indica, requiere de un mayor control y seguimiento a las actividades de cada estudiante. El estar consciente de la participación, actitudes e interés, poder realizar observaciones sobre sus trabajos y su avance en la materia son aspectos útiles para lograr el objetivo que la estrategia plantea; aspectos contemplados en los requerimientos de la herramienta.

Es así como vemos que la herramienta no va en contra de lo que se predica y se hace en la Universidad Industrial de Santander respecto a prácticas pedagógicas, lo cual es favorable para la viabilidad del proyecto, evitando cambios radicales o un impacto traumático; si no fuera así, se haría implícita la necesidad de diseñar estrategias que propusieran conseguir que los docentes le apostaran al cambio.

3.3. ARQUITECTURA

La arquitectura está íntimamente ligada con el diseño del software, como lo propone León Serrano: "La fase de diseño tiene como objetivo determinar una solución a los requisitos del sistema definidos en la fase de análisis de requerimientos. Se trata de definir la estructura de la solución identificando grandes módulos (conjuntos de funciones que van a estar asociadas) y sus relaciones. Con ello se define la arquitectura de la solución elegida"[169].

En otras palabras, se debe realizar un diseño de la arquitectura del sistema: se hace el diseño arquitectónico "asignando funciones a componentes de software y definiendo el control y flujo de datos entre ellos"[170], es decir, "la definición de los componentes principales del sistema"[171]. Definir una buena arquitectura del sistema constituye un elemento básico para asegurar que el sistema sea luego mantenible e integrable con otros.

---

[169] León Serrano, Gonzalo. Op.Cit., p 90

[170] *"the architectural design by allocating functions to software components and defining the control and data flow between them."* ESA PSS-05-0 Software Engineering Standard. www.ess.co.at/ECOSIM/ESA.txt

[171] David A. Fuller, Ph.D. Apuntes de Taller de Ingeniería del Software. Departamento de Ciencia de la Computación, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). 2003. fuller.ing.puc.cl/docencia/Taller2003b/index.php

La arquitectura del software sirve para poder contemplar el futuro sistema desde varios puntos de vista antes de que se construya y durante la construcción, además de identificar los elementos más importantes del sistema, así como sus relaciones. El concepto de arquitectura software incluye los aspectos estáticos y dinámicos más significativos del sistema, es decir, especifica la *forma*, *estructura* y el *comportamiento* del sistema desde diversos puntos de vista, todos ellos a un nivel de detalle que permita tener una idea global clara sin perderse en detalles insignificantes (que precisamente, no influyen en la arquitectura del sistema). Recordemos que la definición de Arquitectura de Software no es algo en lo que exista un concepto "oficial" ni mucho menos un consenso general de la comunidad académica y empresarial mundial. De hecho, se considera que son más de 100 las distintas definiciones del término[172]. Tal vez una de las más aceptadas es la dada por la IEEE en su estándar 1471-2000[173]: *La Arquitectura del Software es la organización fundamental de un sistema formada por sus componentes, las relaciones entre ellos y el contexto en el que se implantarán, y los principios que orientan su diseño y evolución*.

Para representar adecuadamente la arquitectura de un sistema, es necesario contar con varios diagramas o vistas. Según Rich Hilliard[174], una vista es un subconjunto resultante de practicar una selección o abstracción sobre una realidad, desde un punto de vista determinado. En las palabras de Sandra Hurtado[175], cada una de estas vistas es una estructura de la arquitectura del sistema, que muestran una parte del sistema como un conjunto de componentes, conectores y restricciones sobre sus tipos y relaciones, además, cada estructura puede relacionarse con las demás para complementar la visión integral del sistema.
Sobre las vistas existen varias propuestas según el Framework que se esté utilizando, como podemos ver en la siguiente tabla.

---

[172] En el Instituto de Ingeniería del Software de la Universidad Carnegie Mellon existe un compilado de definiciones de Arquitectura de Software: www.sei.cmu.edu/architecture/definitions.html
[173] standards.ieee.org/reading/ieee/std_public/description/se/1471-2000_desc.html
[174] *Views and Viewpoints in Software Systems Architecture,* Integrated Systems and Internet Solutions Inc. Concord, Massachusetts, USA. 1999. members.bellatlantic.net/~rfh2/writings/hilliard99-ifip.pdf
[175] Representación de la arquitectura de software usando UML. Departamento de Sistemas, Universidad Icesi, Cali, Marzo de 2003.

Zachman (Niveles)	TOGAF (Arquitecturas)	4+1 (Vistas)	Booch, Rumbaugh (Vistas)	POSA (Vistas)	Microsoft (Vistas)
Scope	Negocios	Lógica	Diseño	Lógica	Lógica
Empresa	Datos	Proceso	Proceso	Proceso	Conceptual
Sistema lógico	Aplicación	Física	Implementación	Física	Física
Tecnología	Tecnología	Desarrollo	Despliegue	Desarrollo	
Representación		Casos de uso	Casos de uso		
Funcionamiento					

Tabla No 9[176]: Vistas en los marcos de referencia

Veamos ahora una breve descripción de cada enfoque, según Carlos Billy Reynoso[177]:

- Para la arquitectura empresarial de John Zachman identifica 36 vistas en la arquitectura ("celdas") basadas en 6 niveles (Scope, Empresa, Sistema Lógico, Tecnología, Representación Detallada y Funcionamiento Empresarial) y 6 aspectos (datos, función, red, gente, tiempo, motivación).
- El marco de referencia arquitectónico de The Open Group (TOGAF) reconoce cuatro componentes principales, uno de los cuales es un framework de alto nivel que a su vez define cuatro vistas: Arquitectura de Negocios, de Datos, de Aplicación y Tecnológica.
- El modelo "4+1", propuesto por Philippe Kruchten define cuatro vistas diferentes: La vista Lógica, la vista de Proceso, la vista Física y la vista de desarrollo. El quinto elemento considera todas las anteriores en el contexto de casos de uso.
- Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson han formulado un esquema de cinco vistas interrelacionadas que conforman la arquitectura de software. La vista de casos de uso, como la perciben los usuarios, analistas y encargados de las pruebas; la vista de diseño que comprende las clases, interfaces y colaboraciones que forman el vocabulario del problema y su solución; la vista de procesos que conforman los hilos y procesos que forman los mecanismos de sincronización y concurrencia; la vista de implementación que incluye los componentes y archivos sobre el sistema físico; y la

[176] Carlos Billy Reynoso. Introducción a la Arquitectura de Software, Universidad De Buenos Aires Versión 1.0, Marzo de 2004. www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap_arq/intro.asp
[177] Ibid.

vista de despliegue que comprende los nodos que forma la topología de hardware sobre la que se ejecuta el sistema.

- En el texto POSA, Buschmann y otros presentan listas discrepantes de vistas. A la primera lista de vistas se les llama “arquitecturas”, y son: Arquitectura conceptual, Arquitectura de módulos, Arquitectura de código, Arquitectura de ejecución. La segunda lista de vistas, por su parte, incluye: Vista lógica, Vista de proceso, Vista física y Vista de desarrollo. Esta segunda lista coincide con el modelo “4+1” de Kruchten, pero sin tanto énfasis en el quinto elemento.
- La estrategia de arquitectura de Microsoft define, en consonancia con las conceptualizaciones más generalizadas, cuatro vistas, ocasionalmente llamadas también arquitecturas: Negocios, Aplicación, Información y Tecnología. Cada arquitectura, a su vez, se articula en vistas también familiares que son: la Vista Conceptual, cercana a la semántica de negocios y a la percepción de los usuarios no técnicos; la Vista Lógica, que define los componentes funcionales y su relación en el interior de un sistema, en base a la cual los arquitectos construyen modelos de aplicación que representan la perspectiva lógica de la arquitectura de una aplicación; y la Vista Física, que es la menos abstracta y que ilustra los componentes específicos de una implementación y sus relaciones.

Para efectos de este trabajo de grado, se escogió la estrategia de Microsoft, (debido a la disponibilidad de literatura y a su simplicidad), específicamente la Arquitectura de Aplicación y sus tres vistas respectivas (conceptual, lógica y física).

3.3.1 Vista Conceptual

“La arquitectura de una aplicación está guiada, en gran medida, por los requerimientos (funcionales y no-funcionales) que debe cubrir el sistema y normalmente se toma el subconjunto más arquitectónicamente importante de dichos requerimientos para definirla. La vista conceptual es usada para definir los requerimientos funcionales y la visión que los usuarios del negocio tienen de la aplicación y describir el modelo de negocio que la

arquitectura debe cubrir"[178]. Esta vista muestra los subsistemas y módulos en los que se divide la aplicación y la funcionalidad que brinda dentro de cada uno de ellos.
Primero se hará la *Estructuración del sistema:* descomposición del sistema en subsistemas e identificación de las relaciones entre ellos. Estas relaciones se regirán bajo el *Modelo Repositorio*[179], el cual nos dice que cada subsistema mantiene su propia Base de Datos y pasa datos explícitos a otros subsistemas. Por subsistema entendemos que es un sistema por sí mismo que puede operar independientemente por los servicios proporcionados por otros subsistemas.

Y después, se hará la *Descomposición Modular*: los subsistemas identificados son descompuestos en *Módulos*. Un módulo es "un componente del sistema que proporciona servicios a otros componentes y normalmente no se puede considerar como parte separada del sistema"[180]. *Estructuración del sistema:* Este sistema está compuesto por dos subsistemas: *La Aplicación para el Dispositivo Móvil* y *La Aplicación para el PC,* estos subsistemas se comunican a través de un módulo que permite la sincronización de datos entre las Bases de Datos de cada uno de los subsistemas.

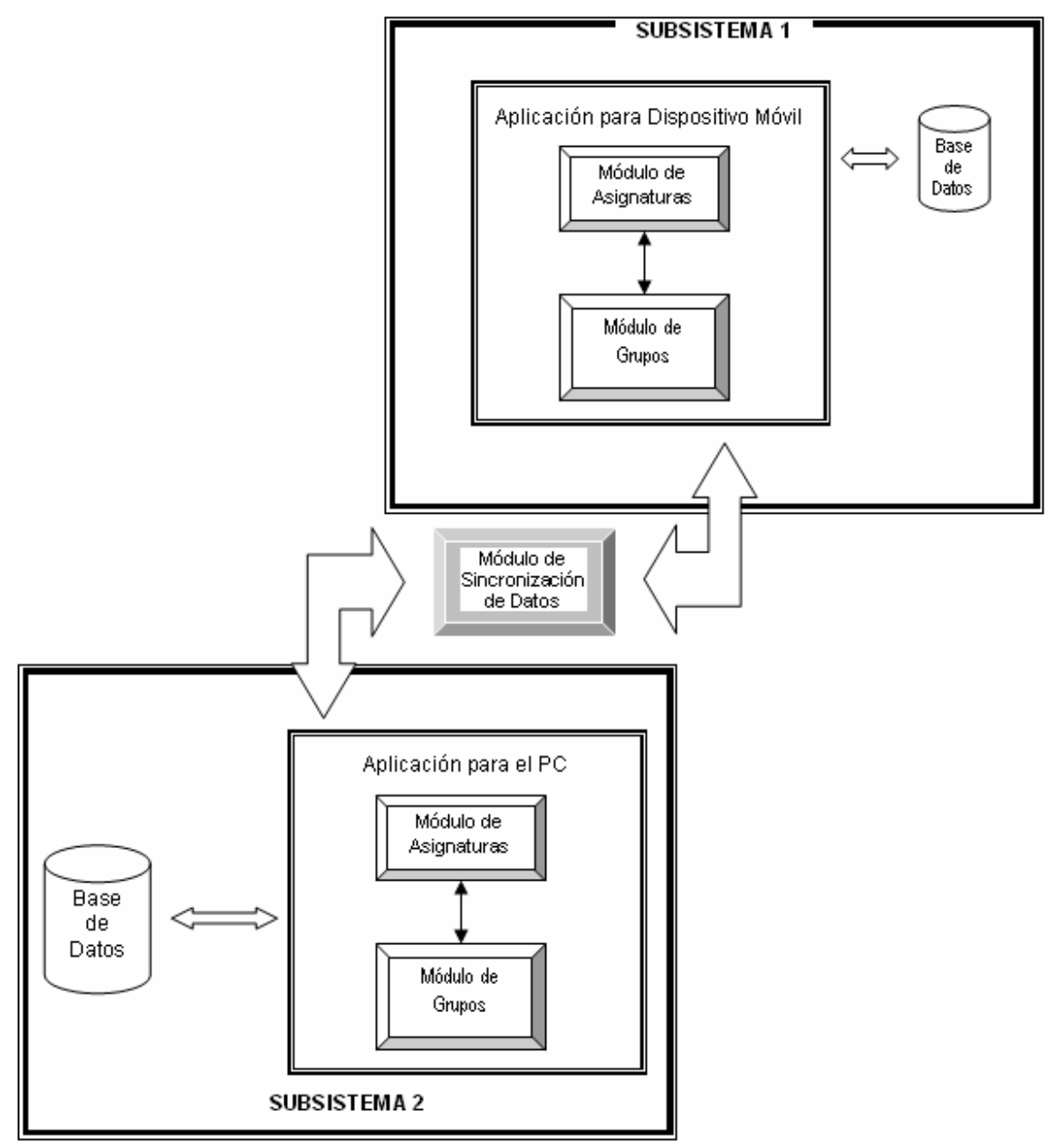
Descomposición Modular: Teniendo en cuenta, los resultados obtenidos en el capitulo 4. ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS y la estructuración del sistema, se establece que el desarrollo de este trabajo estará sujeto a los siguientes módulos: Módulo de Asignaturas, Módulo de Grupos y Módulo de Sincronización.

Cabe resaltar que los dos primeros módulos hacen parte tanto del subsistema uno como del dos (ver Figura No. 18), es decir, la Aplicación en el PC tiene un subconjunto de las funcionalidades de la Aplicación en la PDA. Las razones por las cuales el sistema se diseñó de esta forma son las siguientes: En primer lugar por seguridad de los datos, la PDA al ser un dispositivo de reducido tamaño y portátil, el usuario corre el riesgo de perderla en cualquier lugar ocasionando una pérdida absoluta de la información que ésta contenga; y en segundo lugar por la limitada interfaz que el dispositivo puede ofrecer para la inserción de datos.

---

[178] Ibid.
[179] Gabriel González Serna. Ingeniería de Programación II, Capítulo 4: Diseño Arquitectónico. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de México. sd-cenidet.com.mx/~gabriel/Capitulo%204.pdf

En conclusión, la Aplicación en el PC ofrece un respaldo a la información que se maneje en el dispositivo móvil y además mayores facilidades en la inserción de datos, teniendo en cuenta que la Aplicación de la PDA también presenta esta funcionalidad.



[180] Ibid.

Figura No. 18: Composición del Sistema

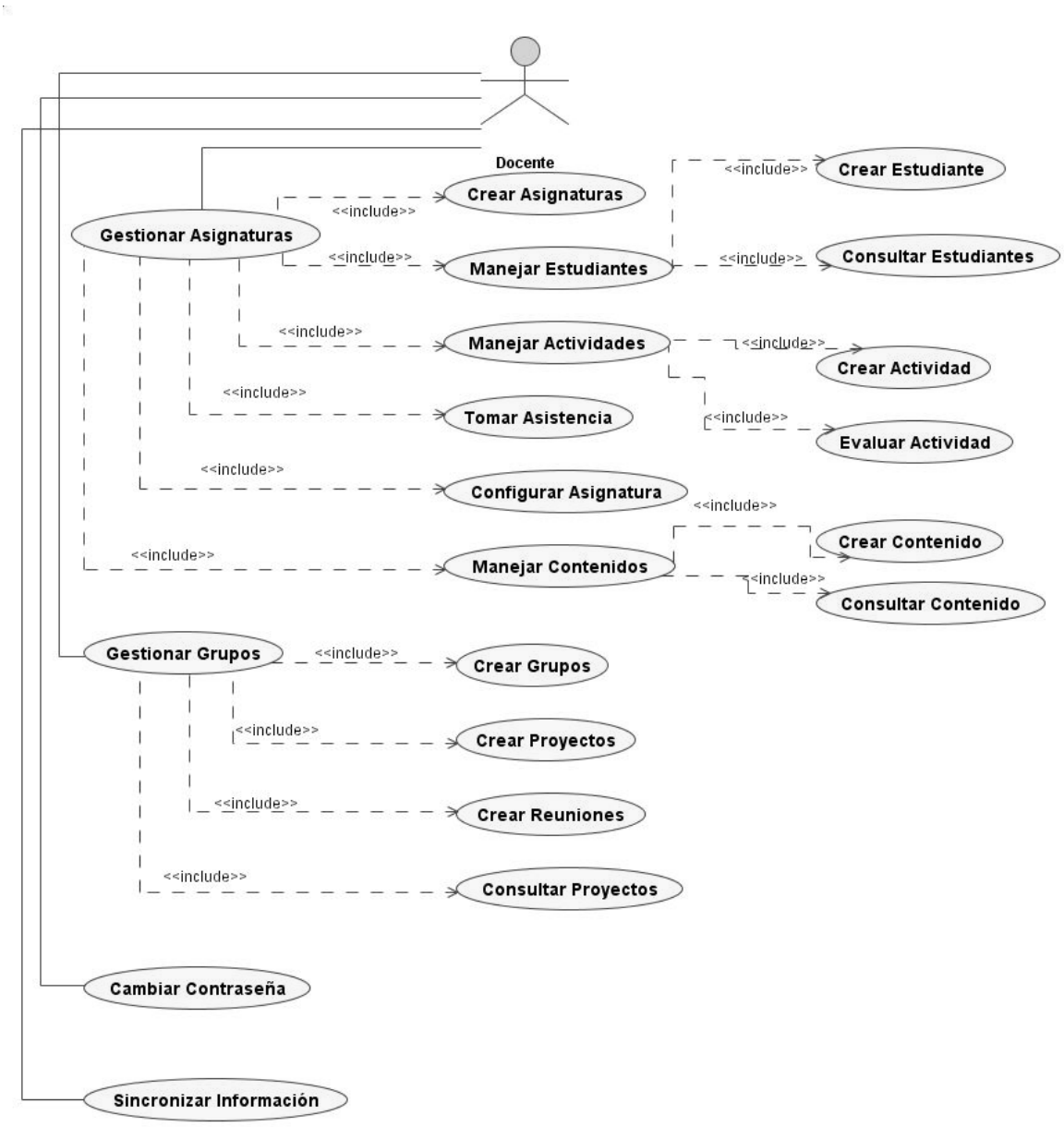


Figura No. 19: Diagrama de Casos de Uso General

3.3.2 Vista Lógica

"La vista lógica, muestra los componentes principales de diseño y sus relaciones de forma independiente de los detalles técnicos"[181], es decir, expone el diseño de funcionalidad dentro del sistema en función de las estructuras estáticas y su comportamiento. Como se mencionó en la sección anterior, nuestra solución está compuesta por dos subsistemas y un módulo: "Aplicación en el dispositivo Móvil", "Aplicación en el PC" y Sincronización. Se describirán en términos de clases de diseño, las cuales describen una parte estática a través de sus atributos y su comportamiento a través de sus métodos. El subsistema del PC no se presentará en esta vista debido a que su desarrollo se hizo en un lenguaje procedimental. En las siguientes figuras se muestran los principales componentes funcionales de cada uno de los módulos.

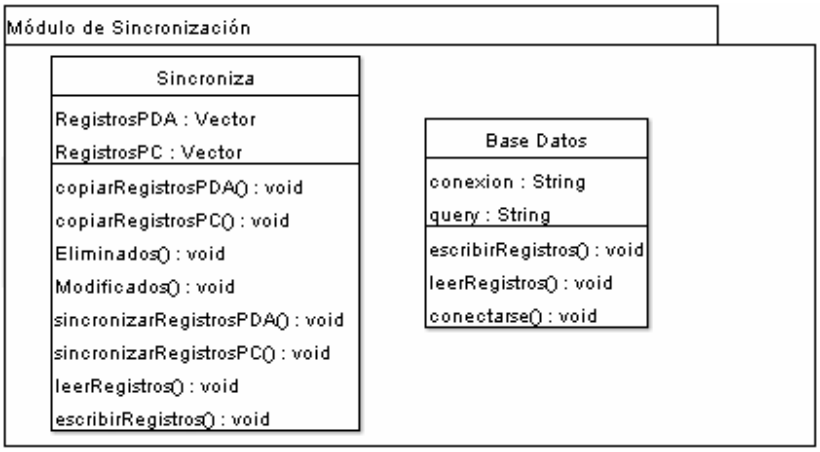
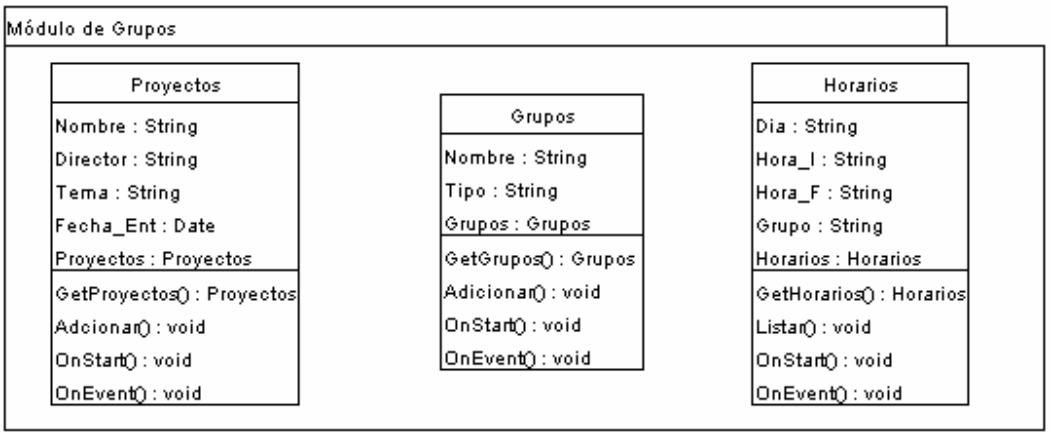


Figura No. 20: Diagrama de Clases – Módulo de Sincronización



[181] Lasso, Adrián. Arquitectura Software. MSDN www.microsoft.com/spanish/msdn/comunidad/mtj.net/voices/art110.asp

Figura No. 21: Diagrama de Clases – Módulo de Grupos

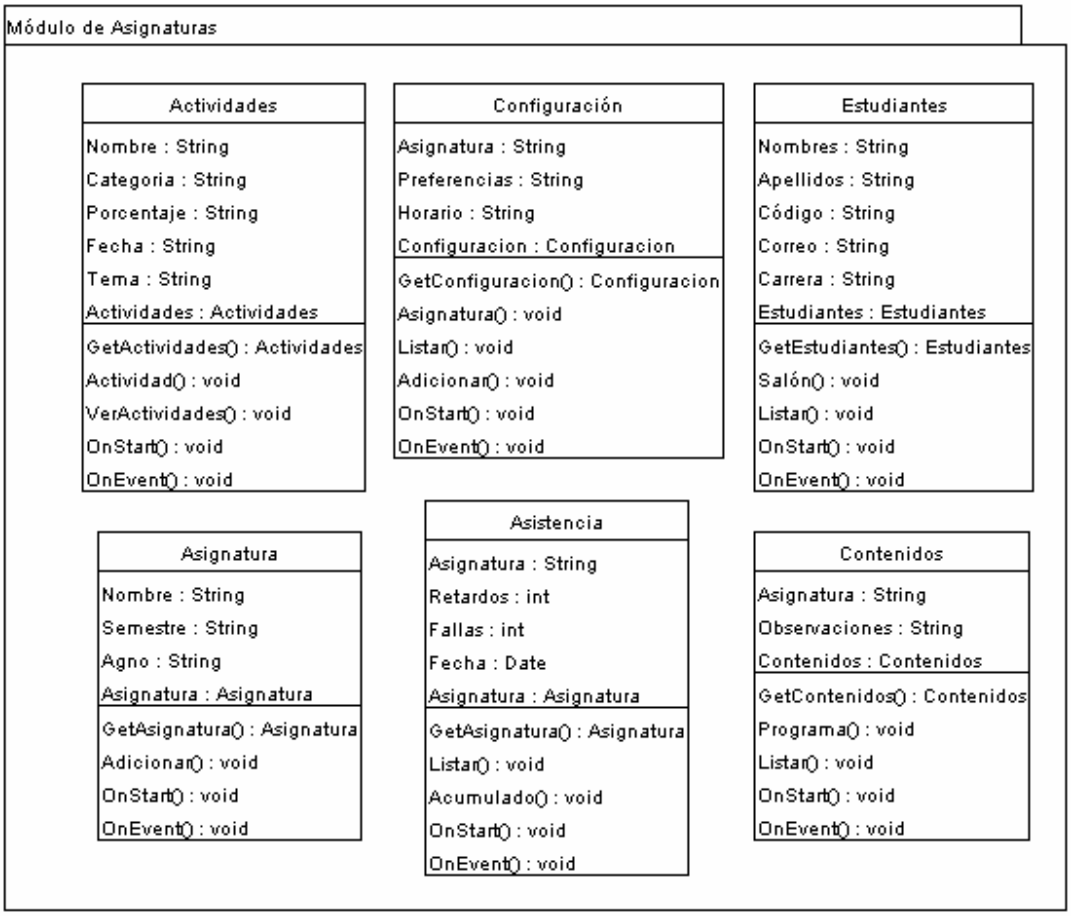


Figura No. 22: Diagrama de Clases – Módulo de Asignaturas

Las clases expuestas en las figuras 21 y 22, siguen el patrón de diseño Singleton o más conocido como *Instancia Única*. Esto permite acceder fácilmente a un objeto único, la instancia única de cierta clase, en vez de crear una cada vez que la accedamos. Esto se hace asignando a la clase el control de su propia existencia de instancias. Las dos características básicas del patrón son:

- **Restricción de acceso al constructor:** Con esto conseguimos que sea imposible crear nuevas instancias. Solo la propia clase puede crear la instancia

- **Mecanismo de acceso a la instancia:** El acceso a la instancia única se hace a través de un único punto bien definido, que es gestionado por la propia clase y que puede ser accedido desde cualquier parte del código

3.3.3 Vista Física

"Esta vista ilustra la distribución del procesamiento entre los distintos equipos que conforman la solución, incluyendo los servicios y procesos de base."[182] Es decir, en esta vista se muestran las unidades físicas reales tanto software como hardware y las dependencias de estos componentes. Entonces, las unidades especificadas en la vista lógica se "mapean" a elementos de software (servicios, procesos, etc) o de hardware; para representar esta vista utilizaremos un diagrama de despliegue de UML.
En la siguiente figura se representan los equipos y dispositivos que conforman la solución como nodos procesadores, PDA y PC. Dentro del nodo PDA, que tiene sistema operativo Palm OS 5, se tiene un componente ejecutable de extensión .prc, éste componente invoca la Máquina Virtual de SuperWaba. La VM de SuperWaba permite la ejecución de los archivos .class que comprenden la lógica de Presentación y de Negocio de la solución en la PDA. Finalmente, los datos se encuentran almacenados en archivos .pdb, y a ellos se accede a través de los archivos .class definidos anteriormente.

Por otro lado, en el nodo PC que puede tener sistema operativo Windows 98/2K/XP se alojan los archivos .asp, la base de datos y los archivos del conduit. En los archivos .asp se encuentra lenguaje HTML que se encarga de la interfaz de usuario, lenguaje VBasicScript que se encarga de la lógica de Negocio y el acceso a datos se hace a través de ODBC; los .asp se ejecutan en el servidor Web IIS (Internet Information Server) y se muestran a través de Internet Explorer. Para que el conduit se pueda ejecutar se requiere de una aplicación llamada HotSync. Cuando se conecta la PDA al PC y se ejecuta el HotSync, esta aplicación se conecta con los .pdb del dispositivo y los .class del conduit, estos últimos a su vez se conectan con las tablas de la Base de Datos, MySQL y ocurre así la sincronización de datos entre ambos equipos.

[182] Ibid.

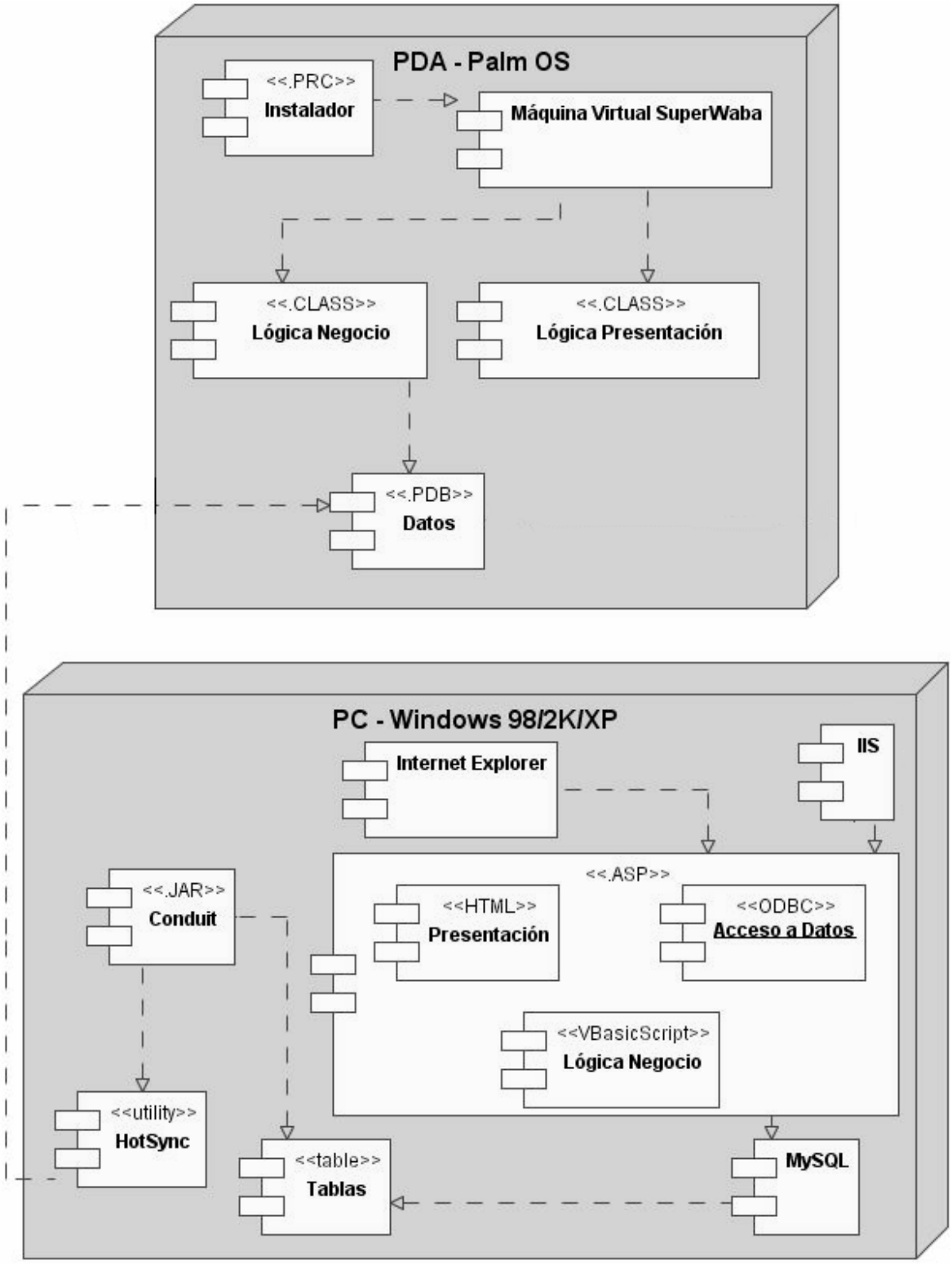


Figura No. 23: Diagrama de Despliegue

En conclusión, en esta vista se presenta el sistema completo en función de los equipos, sistemas operativos, archivos, utilidades y tablas entre otros; y la manera de cómo todos estos elementos interactúan entre sí para lograr el funcionamiento óptimo de la solución.

3.4. DISEÑO DETALLADO

En este apartado se describirá el diseño detallado de cada uno de los módulos definidos en el capítulo anterior, se tendrá en cuenta el diagrama de casos de uso general definido en la vista conceptual y se utilizarán los diagramas de actividades para su realización. Este diseño aplica para ambos subsistemas, Aplicación en la PDA y Aplicación en el PC.

Caso de uso Cambiar Contraseña

Cuando el usuario entra a la aplicación antes de ingresar a cualquiera de los módulos, debe ingresar su contraseña, esto se hace como medida de seguridad más no como identificación de usuario ya que la aplicación está diseñada para un sólo usuario. El usuario cambia la clave actual de la aplicación a la que él desee, para este proceso el usuario digita la contraseña actual, la nueva contraseña y confirma la nueva contraseña.

3.4.1 Módulo de Asignaturas

En el momento de ingresar al Módulo de Asignaturas, el usuario podrá crear asignaturas, manejar estudiantes, manejar actividades, tomar asistencia, agregar contenido y configurar la asignatura.

Caso de uso Crear Asignatura

El caso en el que el usuario solicita crear una asignatura, activa un formulario de ingreso en el cual debe digitar el nombre de la asignatura, año y semestre de inicio y grupo. Al hacerlo, el sistema verifica que haya ingresado la información solicitada y, de ser así, guarda los datos suministrados; de lo contrario, lo envía nuevamente al formulario para que intente nuevamente.

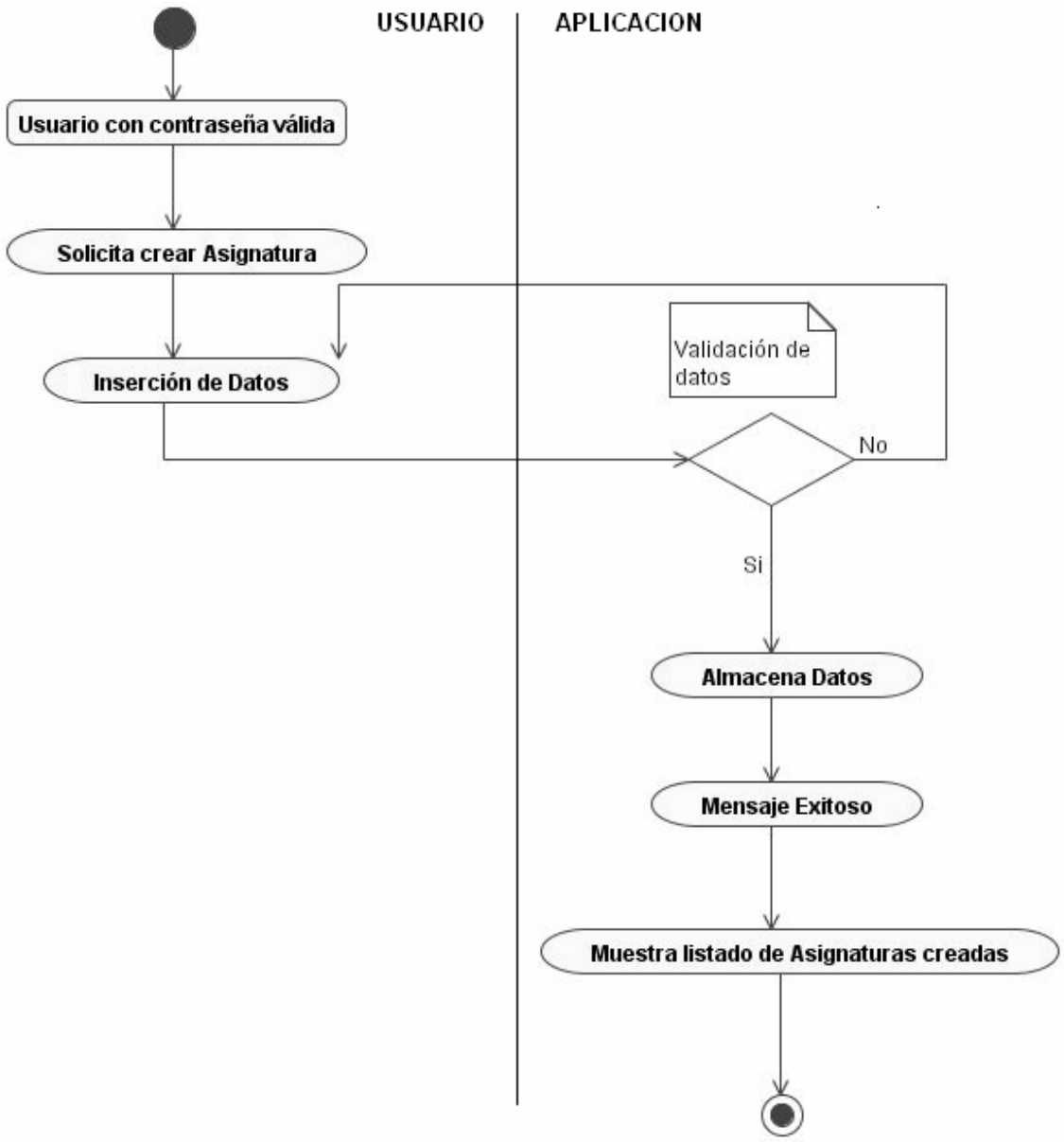


Figura No. 24: Crear Asignatura

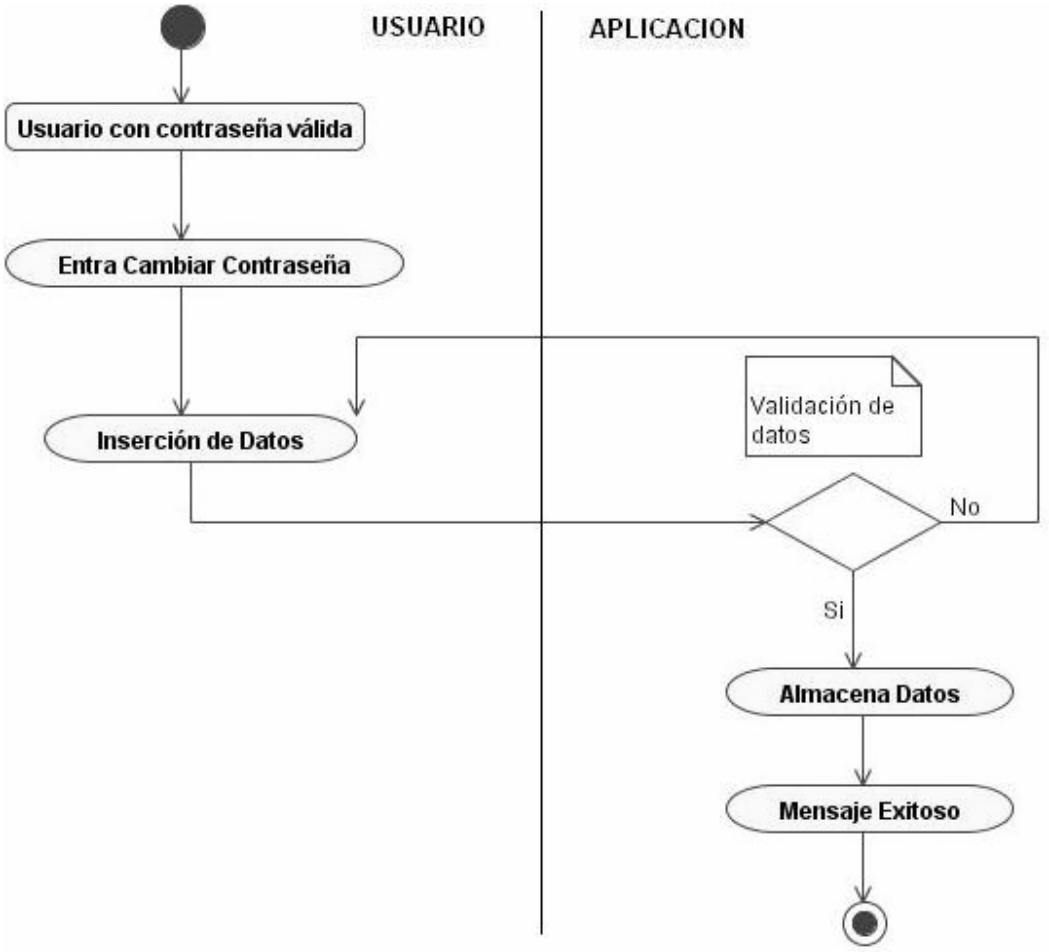


Figura No.25 : Cambio de Contraseña

Caso de uso Manejar Estudiantes

Antes de ingresar a la sección de estudiantes el usuario debe seleccionar una asignatura, una vez ahí la aplicación le mostrará el listado de estudiantes asociados a la asignatura seleccionada, después de esto el usuario podrá crear un nuevo estudiante o ver información sobre un estudiante en particular. Si se decide crear un nuevo estudiante, se activará un formulario para el ingreso de datos, en el cual digitará datos como código, nombres, apellidos, correo, carrera, teléfono y dirección; seguidamente, el sistema verifica que haya ingresado la totalidad de la información solicitada, y de ser acertado, guarda los datos suministrados; de lo contrario, lo envía nuevamente al formulario para que intente nuevamente. Si por el contrario el usuario decide ver información acerca de un

estudiante, lo selecciona y la aplicación le mostrará la información asociada al estudiante seleccionado.

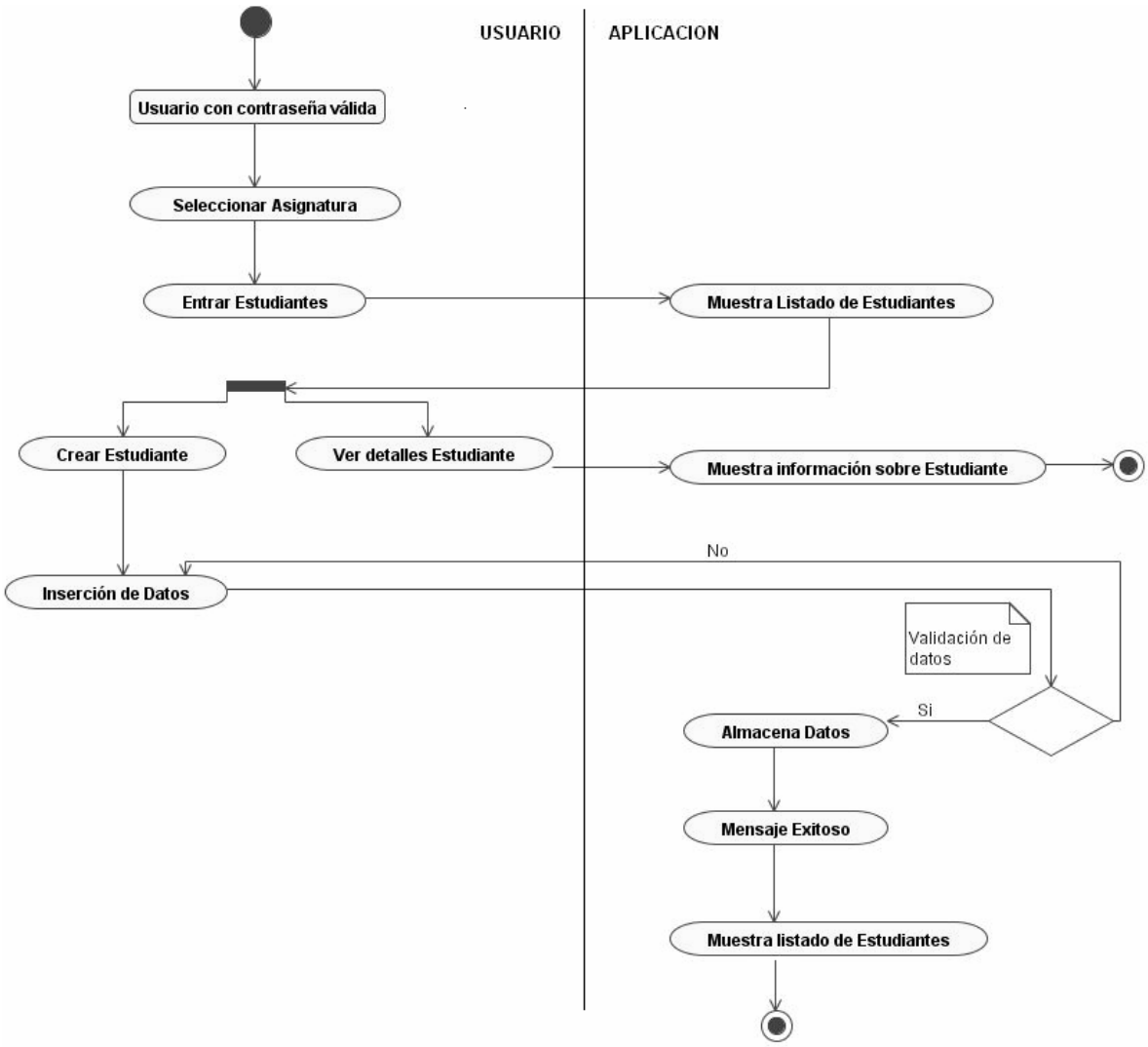


Figura No. 26: Manejar Estudiantes

Caso de uso Manejar Actividades

Teniendo en cuenta que el usuario debió haber seleccionado una asignatura, la aplicación le mostrará el listado de actividades asociadas a ésta, en esta parte el usuario podrá agregar o calificar una actividad. Si decide agregar una actividad, se activará un formulario para el ingreso de datos, en éste se digitarán datos como nombre, categoría (previo, quiz, trabajo, entre otros), tema, fecha límite y porcentaje de participación en la

nota final; después de esto, el sistema verifica que haya ingresado la totalidad de la información solicitada, y de ser acertado, guarda los datos suministrados; de lo contrario, lo envía nuevamente al formulario para que intente nuevamente. Por otro lado, si el usuario decide calificar alguna actividad, debe ubicarse en la actividad que desea calificar y luego saldrá el listado de estudiantes. Después, el usuario seleccionará el estudiante e ingresará la respectiva nota (0 – 5.0) y regresará al listado de estudiantes para calificar a otro o simplemente salir.

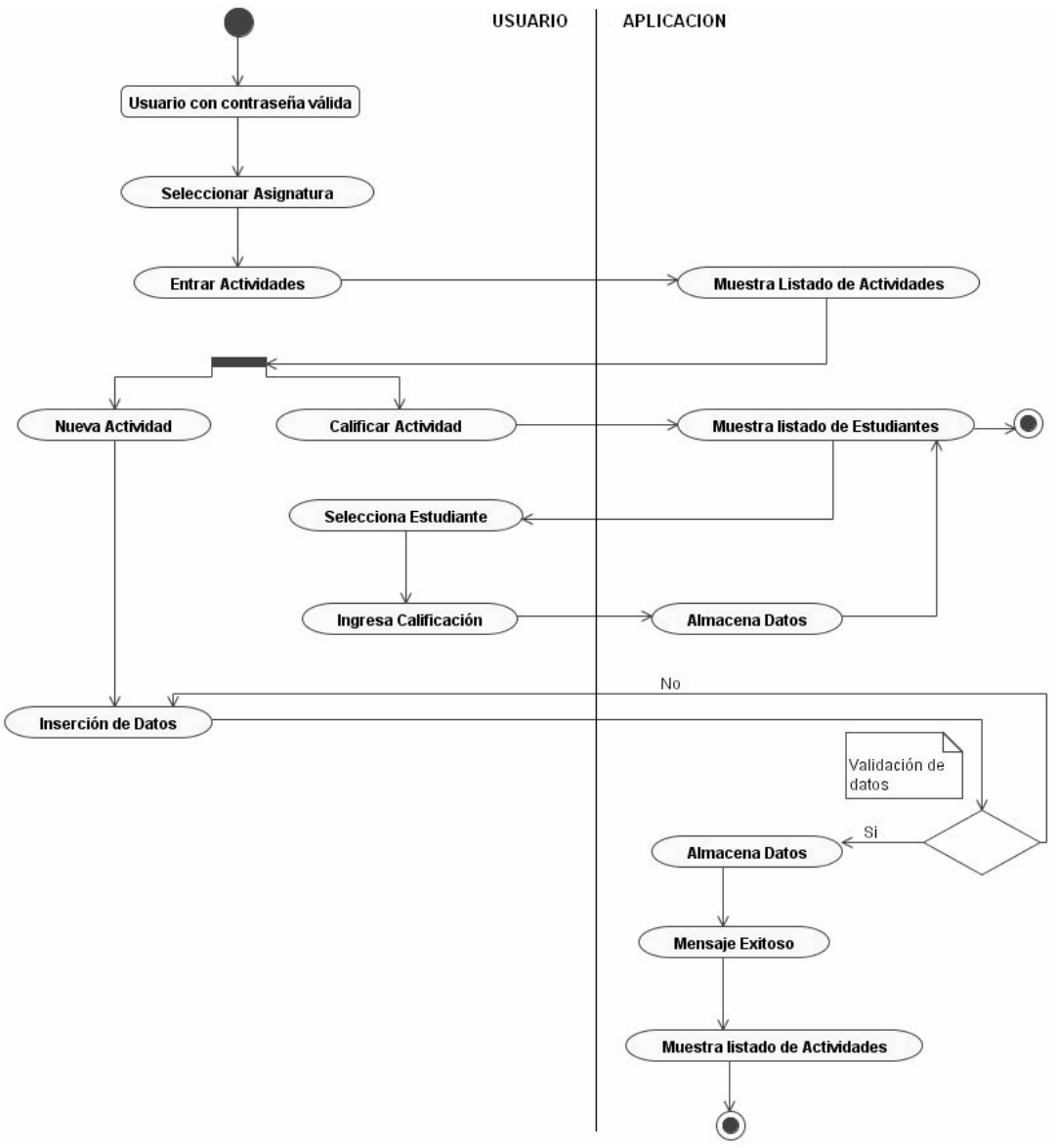


Figura No. 27: Manejar Actividades

Caso de uso Tomar Asistencia

El usuario selecciona la asignatura de los estudiantes a los cuales tomará asistencia y luego entra a tomar asistencia. Estando ahí la aplicación le muestra un listado de los estudiantes con el registro de fallas y retardos que llevan hasta el momento en el semestre; en otro Tab le muestra el mismo listado de estudiantes pero con la diferencia de que éste es para agregar un retardo o una falla. Si el usuario decide realizar alguna de las dos acciones, colocar retardo o falla, para cualquiera de los dos casos él simplemente selecciona el estudiante en cuestión y aplica el retardo o la falla. Por último, la aplicación registrará estas acciones y terminará el proceso con un mensaje de éxito.

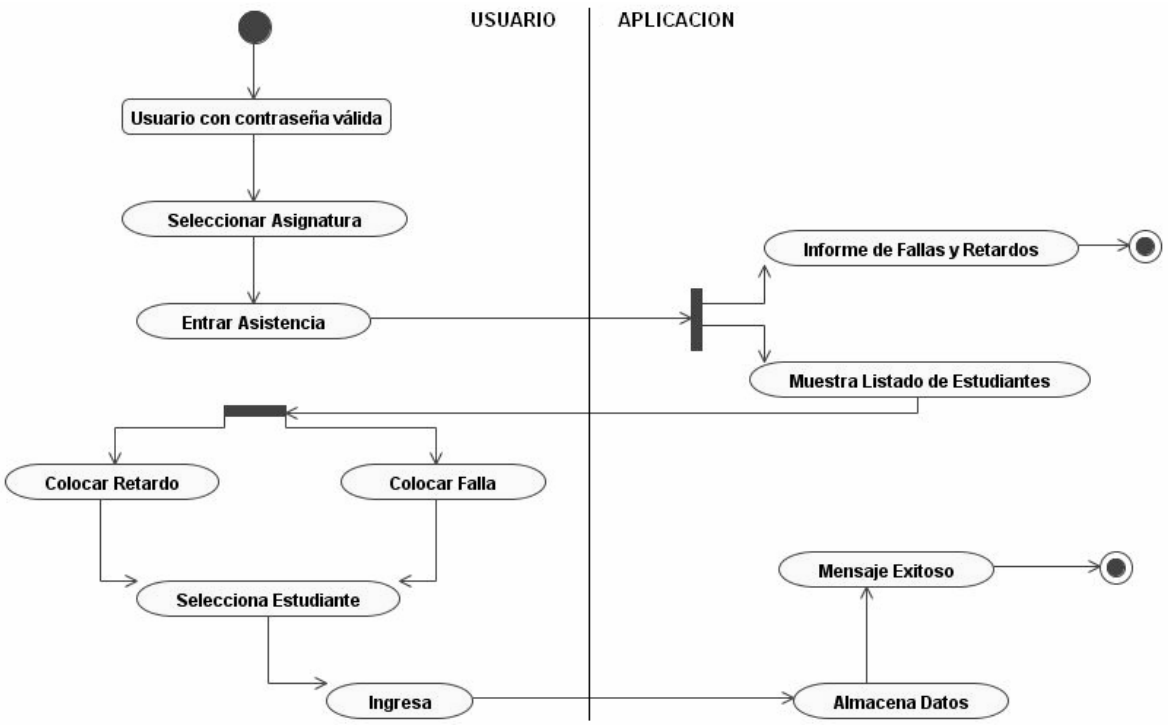


Figura No. 28: Tomar Asistencia

Caso de uso Configurar Asignatura

En Configurar Asignatura básicamente lo que se hace es consultar y establecer los horarios de clase y/o atención y las preferencias que tenga el grupo en una asignatura en particular. En el caso de registrar un horario, el usuario deberá ingresar el día, la hora de inicio, la hora de terminación y establecer si se trata de un horario de clase o de atención.

En el otro caso, las preferencias, el usuario ingresará las predilecciones en cuánto a metodología que tenga el grupo con la asignatura en cuestión.

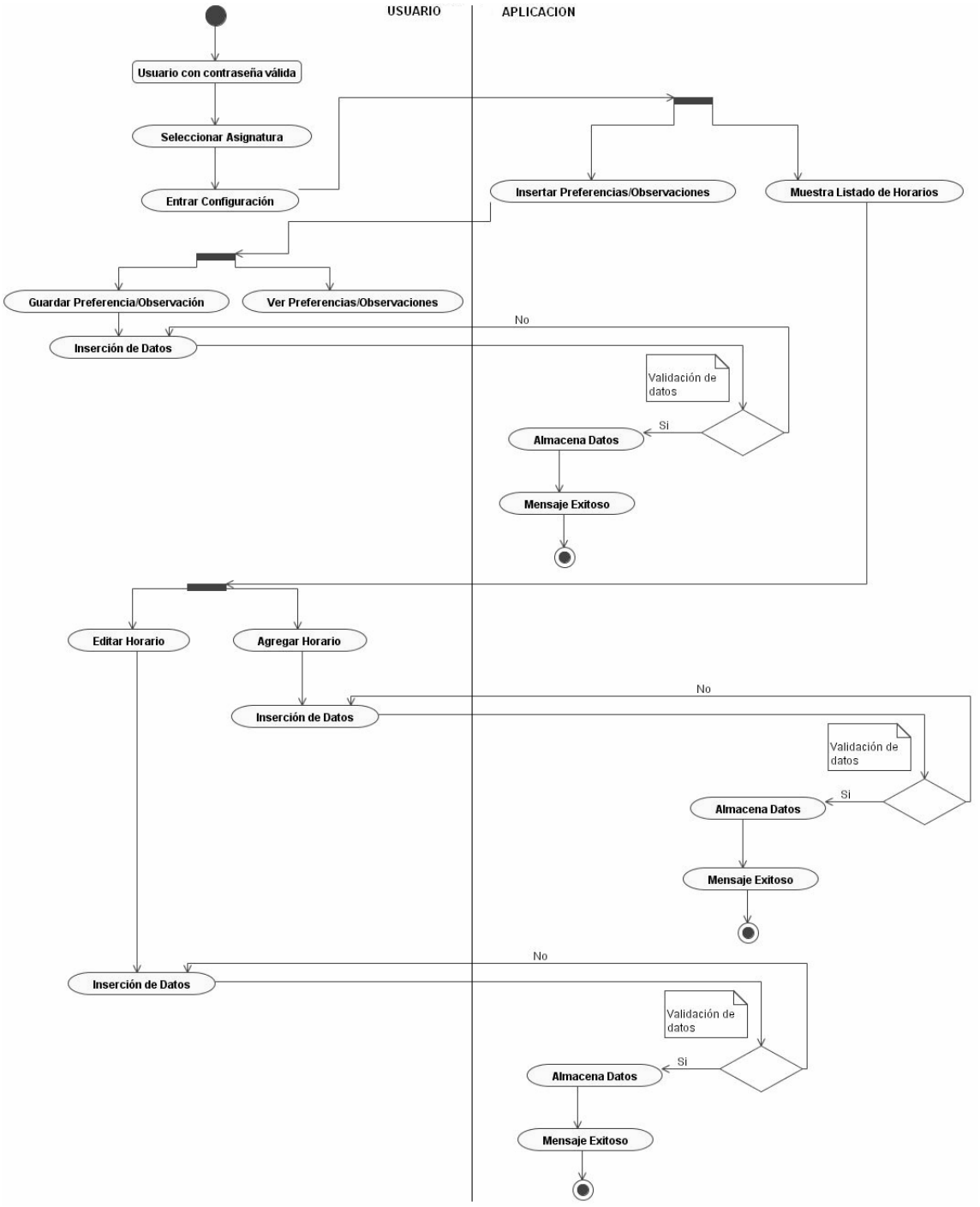


Figura No. 29: Configurar Asignatura

Caso de uso Manejar Contenidos

En este escenario, el usuario debe seleccionar una asignatura en particular antes de entrar a los Contenidos. En primera instancia la aplicación le mostrará el contenido de la asignatura elegida, después de esto el usuario podrá agregar o modificar un ítem al contenido mostrado o agregar un contenido completo si no existe ninguno.

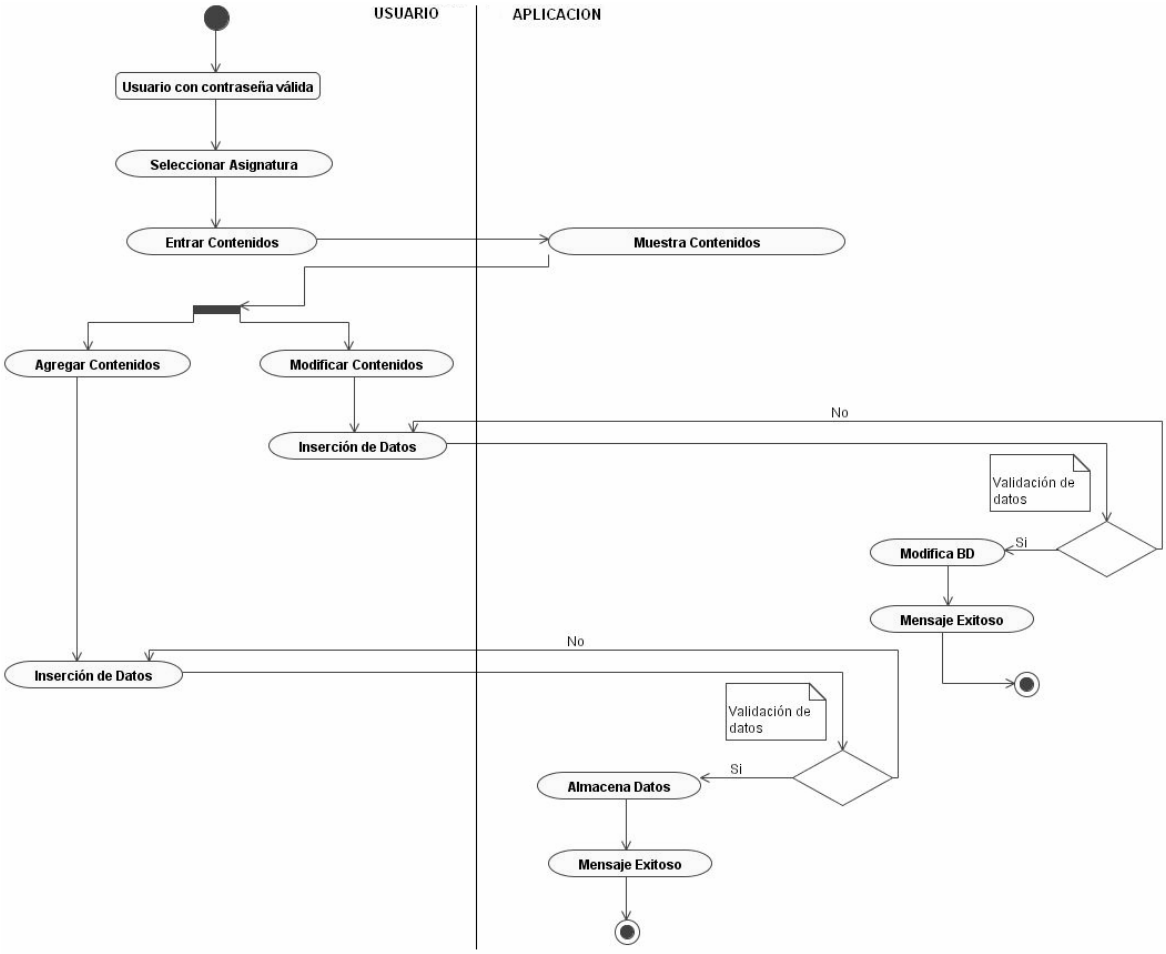


Figura No. 30: Manejar Contenidos

3.4.2 Módulo de Grupos

En el Módulo de Grupos, el usuario podrá crear grupos, proyectos y reuniones; además consultar los proyectos de un grupo determinado.

Caso de uso Crear Grupo

Cuando el usuario solicita crear un grupo, activa un formulario de ingreso en el cual debe digitar el nombre del grupo y establecer si el grupo es un Grupo Software o de Investigación. Seguidamente, el sistema verifica que el usuario haya ingresado la información mencionada y, de ser así, guarda los datos suministrados; de lo contrario, lo envía nuevamente al formulario para que intente nuevamente.

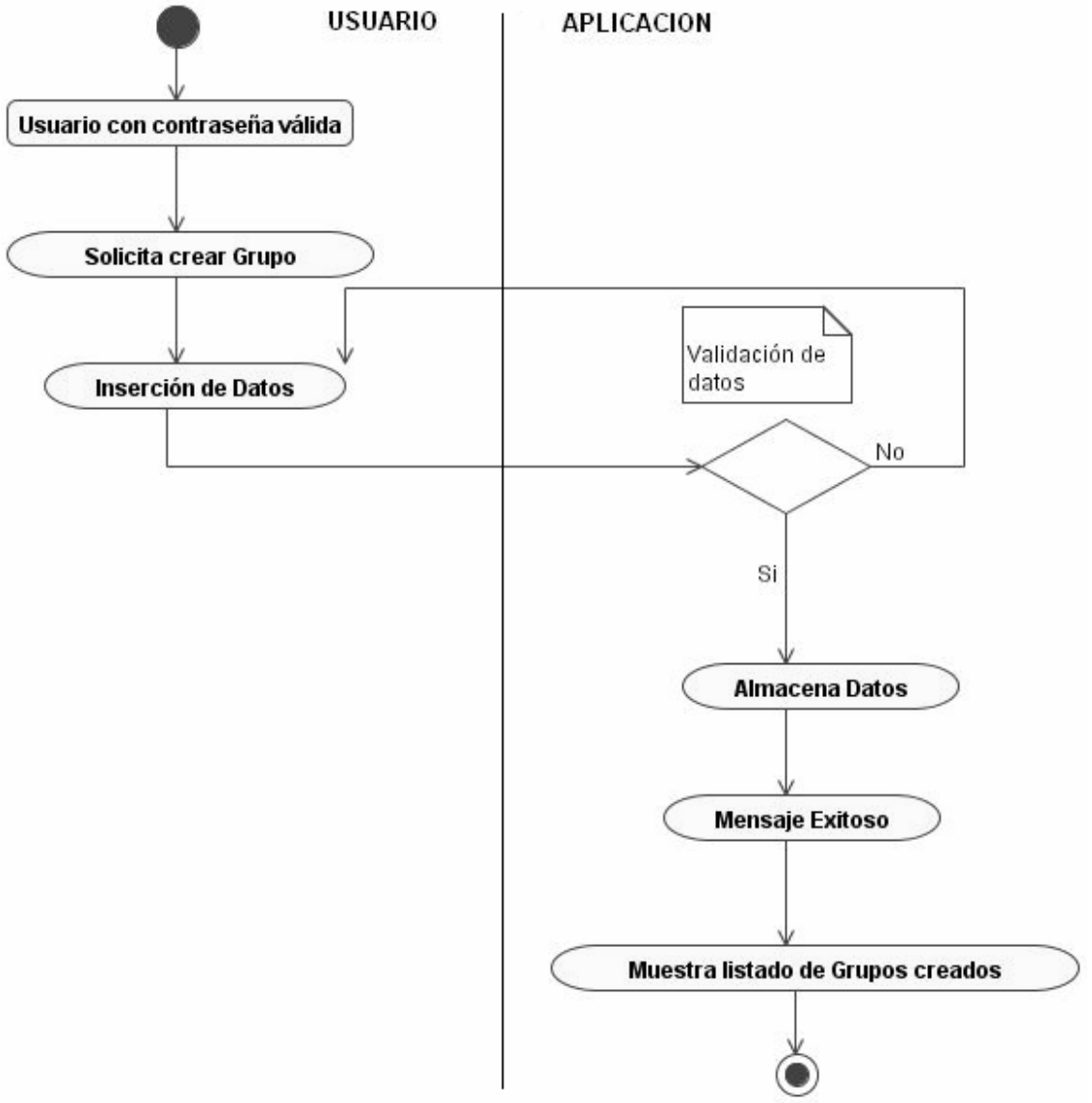


Figura No. 31: Crear Grupo

Caso de uso Crear Proyecto

Un proyecto siempre irá asociado a un grupo ya sea de Investigación o Software por lo tanto antes de crear un proyecto el usuario deberá seleccionar a qué grupo pertenecerá, luego ingresará los datos correspondientes al proyecto, datos como tipo de proyecto (de grado, software o de Investigación), nombre, director, fecha límite de entrega, tema y los integrantes del proyecto, estos últimos con sus respectivos datos básicos (código, nombres, apellidos, carrera, teléfono, dirección y correo). Después, el sistema verifica que se haya ingresado la información solicitada y, de ser acertado, guarda los datos suministrados y regresa al listado de grupos creados; de lo contrario, lo envía nuevamente al formulario para que intente nuevamente.

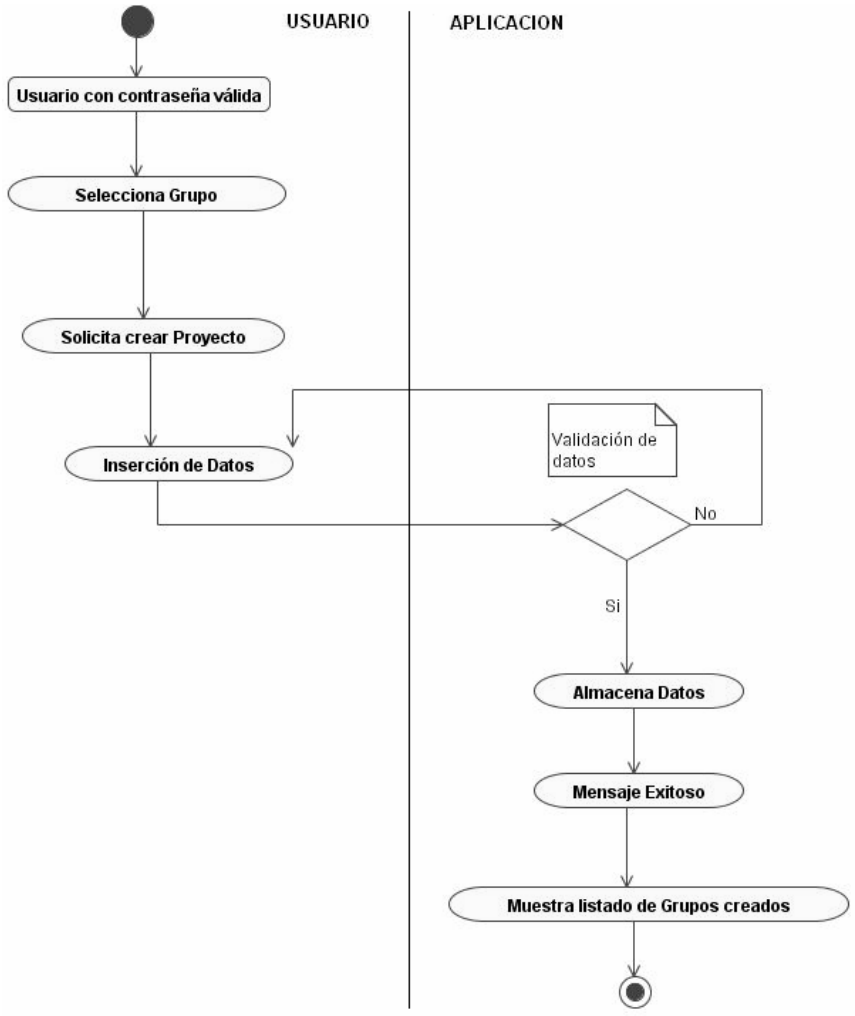


Figura No. 32: Crear Proyecto

Caso de uso Crear Reuniones

Antes de crear una reunión, el usuario debe seleccionar el grupo al cual pertenece ésta. En primera instancia la aplicación muestra el listado de horarios que ya se han creado para ese grupo, en este punto el usuario puede añadir una reunión u horario al grupo. Los datos requeridos para este procedimiento son: día de la semana, hora de inicio y hora de terminación, el sistema verificará que se haya ingresado la información solicitada, y de ser acertado, guarda los datos suministrados y regresa al listado de grupos creados; de lo contrario, lo envía nuevamente al formulario para que intente nuevamente.

Caso de uso Consultar Proyectos

Para consultar un proyecto, el usuario debe seleccionar primero el grupo al cual pertenece el proyecto. Entonces la aplicación muestra el listado de proyectos del grupo seleccionado, en este punto el usuario escoge el proyecto que desea consultar y seguidamente la aplicación le mostrará la información básica de este como el nombre del proyecto, tipo de proyecto, tema, director, fecha límite de entrega y los nombres de los integrantes del proyecto, estos últimos con la opción de ver detalles. Por otro lado, la aplicación mostrará también un plan de proyecto básico (especificaciones, definición del problema, objetivos, justificación, impacto y viabilidad, análisis de la información preliminar, metodología y plan de trabajo) al cual se le podrán agregar observaciones según los avances de éste.

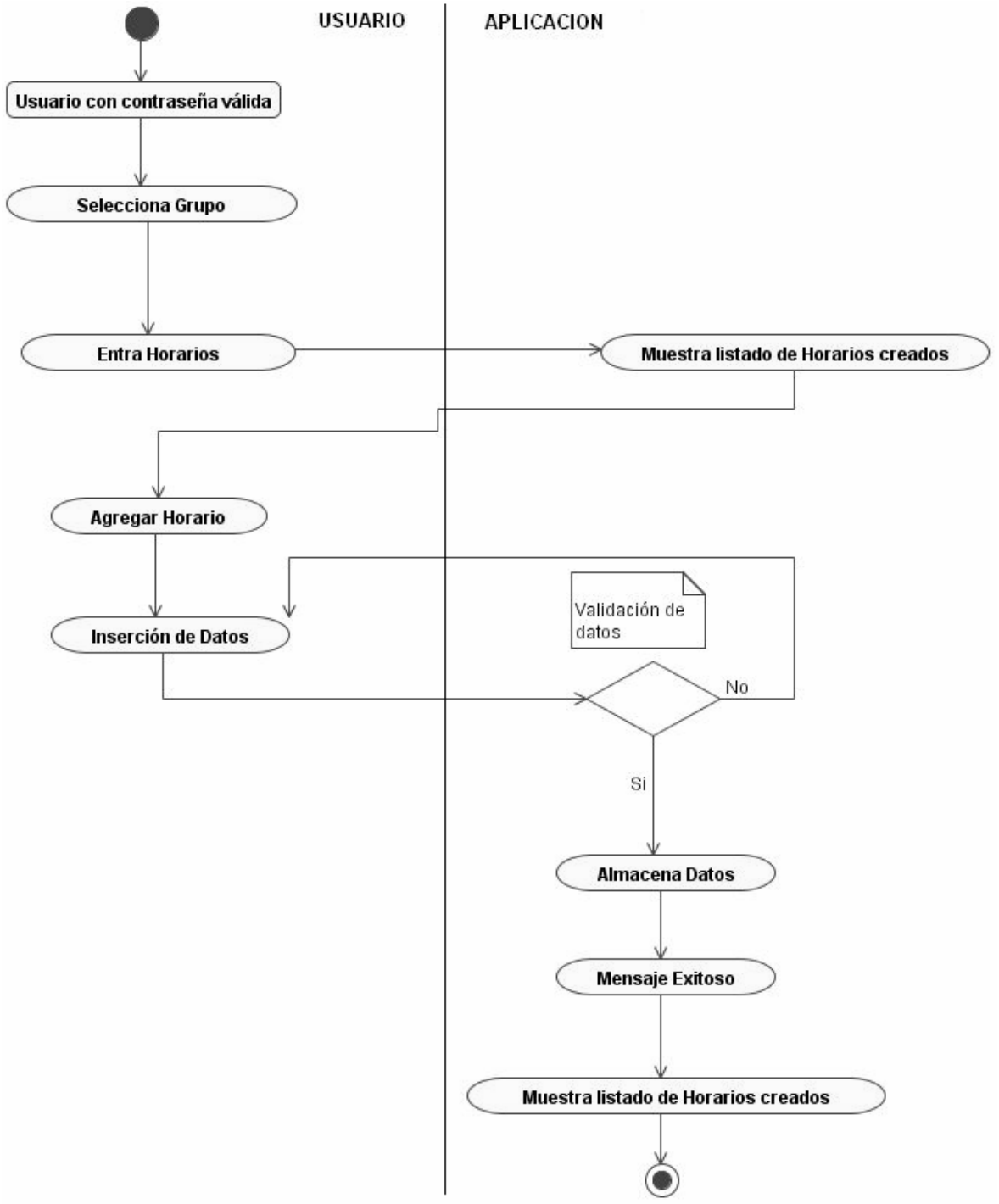


Figura No. 33: Crear Reuniones

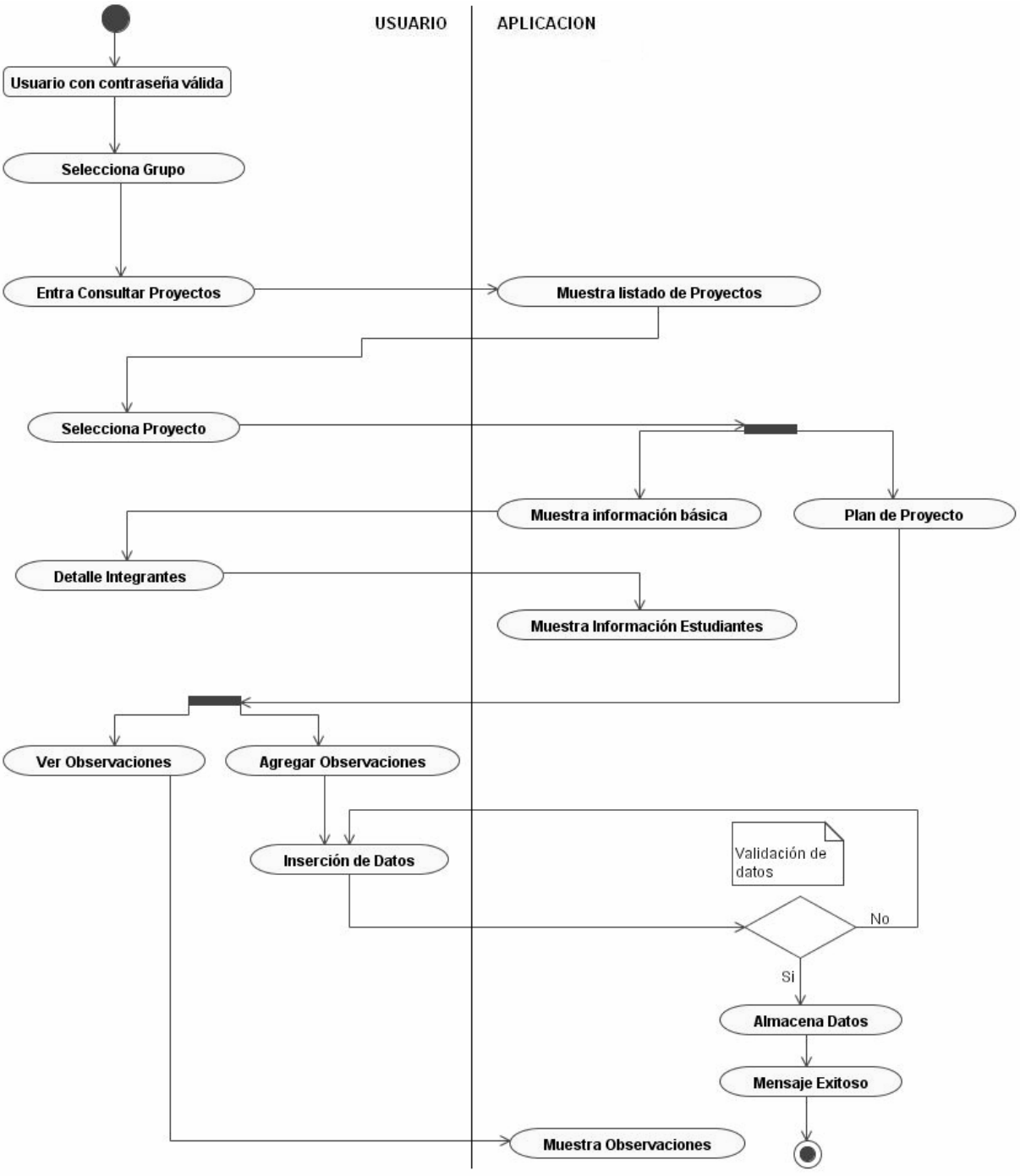


Figura No. 34: Consultar Proyectos

3.4.3 Módulo de Sincronización

Caso de uso Sincronizar Información

Inicialmente se hace necesario que el HotSync esté corriendo en el PC, por lo que el usuario debe activarlo si es que ya no está activo. Después sí puede proceder a sincronizar la PDA, ya sea por el botón del cradle o por el botón *estrella* de la PDA. Una vez hecho esto, HotSync en el PC identifica el nombre de usuario del dueño de la PDA y lo compara con el que está registrado en el PC, y si es así, mira dentro de sus Conduits registrados (como el de la Agenda, Contactos, etc.) si está el de la aplicación, el cual reconoce por el *Creador ID* de la aplicación. Si lo encuentra, ejecuta los archivos java compilados (.class) y se inicia el proceso que se codificó: por cada PDB (el cual tiene su equivalente en una tabla de la base de datos del PC) se abre, se leen los registros, se compara con los del PC y dependiendo de la comparación, se toman las medidas respectivas (proceso que de hecho se conoce como la *sincronización)* tanto en la PDA como en el PC (en éste último por medio de sentencias SQL). Al final, se cierran los PDBs y la conexión con la Base de Datos en el PC y se termina la ejecución.

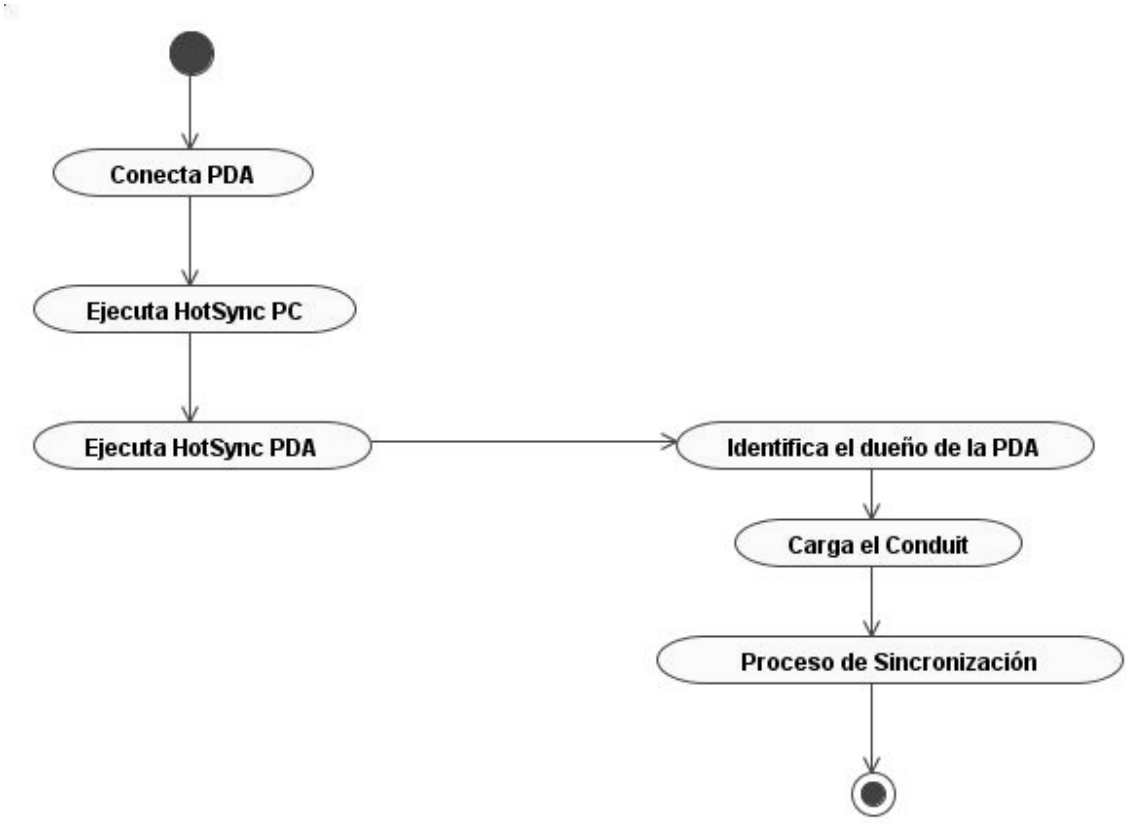


Figura No. 35: Consultar Proyectos

3.5 IMPLEMENTACION

El objetivo de la *Implementación* es producir (por medio de la *codificación*) una solución eficiente (por medio de la *depuración*) en un lenguaje ejecutable que implemente las decisiones adoptadas en el 3.4 DISEÑO DETALLADO. Recordemos que se usó SuperWaba (el cual está basado en Java) para la codificación, el cual es significativamente más difícil de aprender y dominar que otras herramientas de desarrollo como Microsoft Visual Studio .NET o Satellite Forms, lo cual añade un relevante valor agregado al proyecto. Tal codificación se hizo por medio de *incrementos*: el incremento inicial o núcleo del sistema, el cual, como se dijo en 2.2 EL MODELO INCREMENTAL debía estar lo suficientemente completo de tal manera que probablemente no sea *modificado*. Los otros incrementos se hicieron con realimentación de la directora y codirector del proyecto, así como de re-evaluación por parte nuestra (los autores).

Así pues, en cada incremento se hablará de la aplicación en la PDA, la aplicación en el PC y el modelo de datos que afecta a ambos (PDA y PC). Para un adecuado manejo de las versiones del software en la PDA, se definió el siguiente patrón: tres números enteros separados por puntos (X.X.X) donde el primero se incrementa en 1 cuando se re-escribe el código por completo (situación que no sucedió), el segundo se incrementa en 1 cuando se implementa una nueva funcionalidad o se hace alguna modificación a lo existente; y el tercero, el cual se incrementa en 1 cuando se hace alguna corrección o validación.

3.5.1 Incremento 1

Modelo de Datos 1

Se creó una Base de Datos relacional que soportara la información necesaria para el correcto funcionamiento de la aplicación, tanto en el PC como en la PDA. En el PC, se usó el manejador de bases de datos relacional (RDBMS, por sus siglas en inglés) de código abierto MySQL, líder mundial en el sector. El diagrama Entidad/Relación se muestra a continuación en la Figura No.36 :

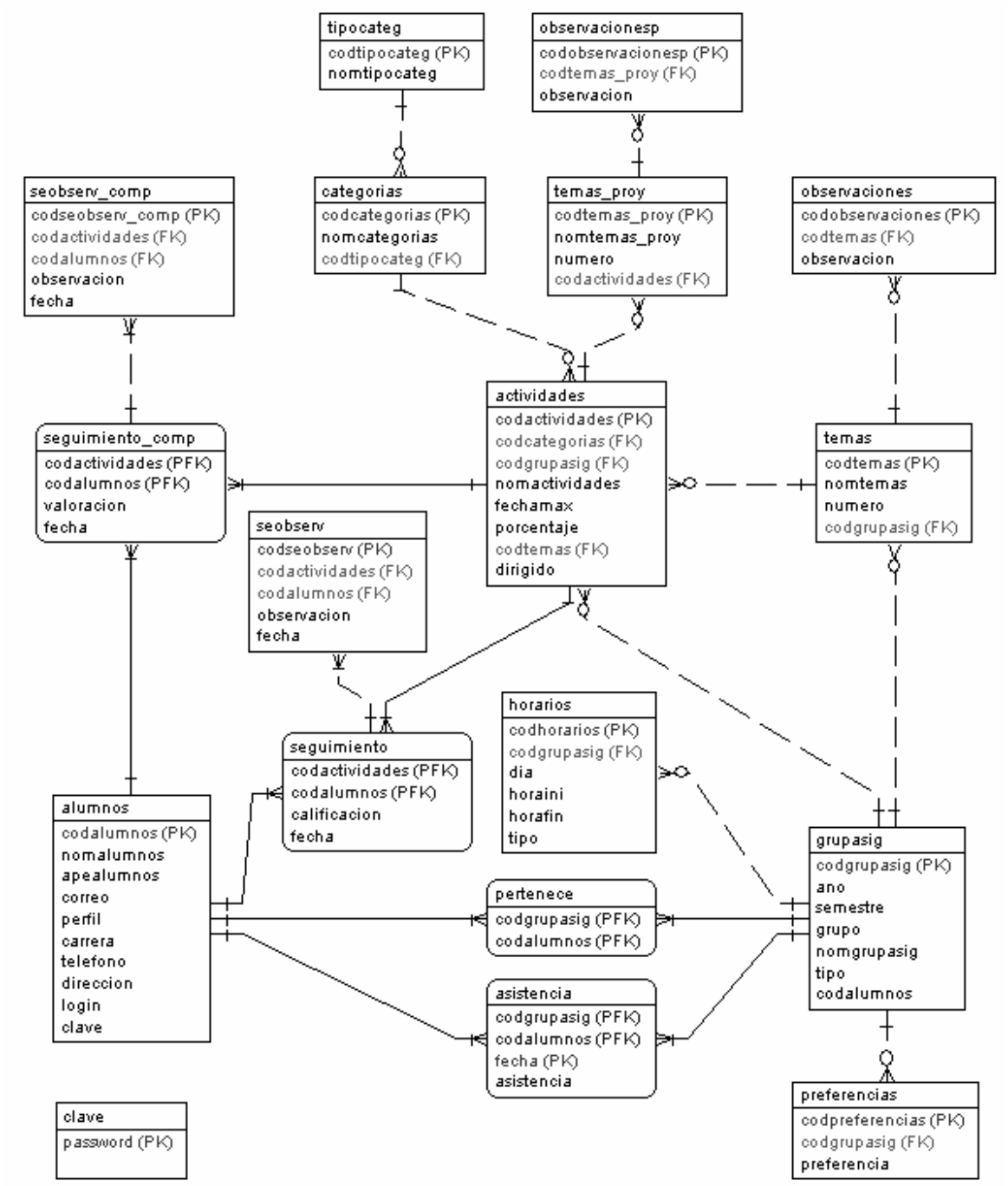


Figura No.36 Diagrama Entidad/Relación de la Base de Datos 1.

Es de hacer notar que las limitaciones de capacidad de cómputo de la PDA incidieron en el modelo de datos: debido a su limitado poder de procesamiento, se evitaron tablas que pudieran crecer demasiado rápido en sus registros, por lo que se *dividieron*, como fue el

caso de PERTENECE y ASISTENCIA, las cuales en algún otro escenario, podrían ser una sola. En la PDA, como ya se vio en 1.2.4.2 BASE DE DATOS, no se manejaron Bases de Datos relacionales sino archivos PDBs individuales. Sin embargo, se podría decir que de alguna manera se trató de emular lo hecho en el PC: se creó un PDB por cada tabla de la Base de Datos. Tengamos en cuenta que, dato que los PDBs son prácticamente archivos planos, sin índices, no se pueden ejecutar sentencias SQL, por lo que toca accederlas secuencialmente.

Software de la PDA 1.0.0

También conocido como "núcleo del sistema", recoge casi la totalidad de requerimientos planteados anteriormente. En resumen, se compone de dos partes: el manejo de Asignaturas y el manejo de Grupos (tanto de Investigación como de Software). A continuación se explicará más en detalle a través de las diferentes interfaces gráficas de usuario (GUI, por su sigla en inglés).

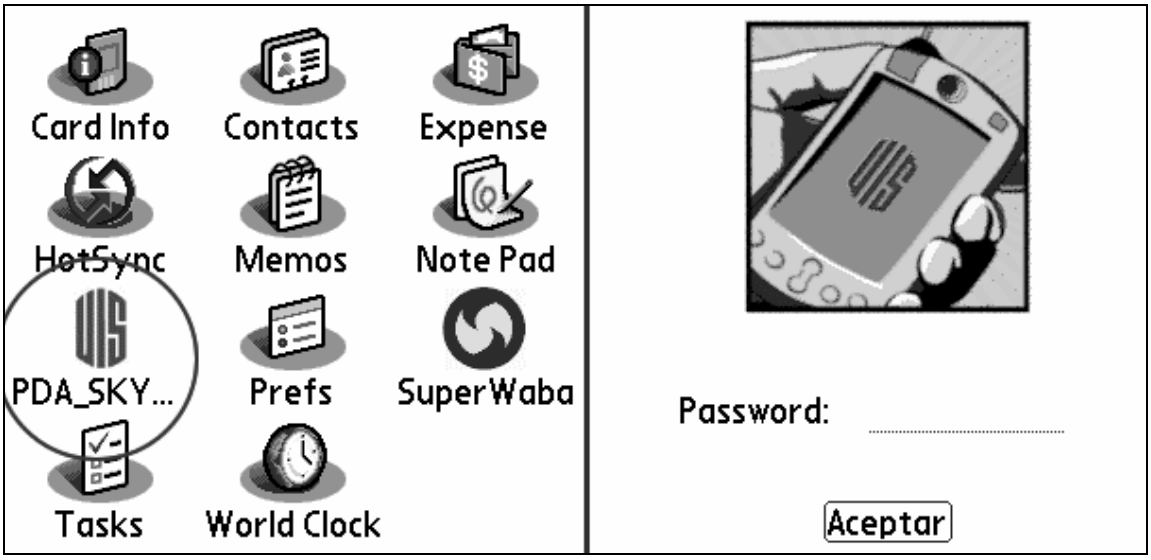


Figura No.37 Acceso al Software en la PDA y pantalla inicial

Recordando que el software está diseñado para 1 (un) sólo profesor, no para varios, vemos en la Figura No 37 que se solicita la contraseña de acceso, sin nombre de usuario (no hace falta porque es un solo docente). En la parte izquierda de la figura mencionada, encerrado en un círculo rojo se puede apreciar el acceso directo al software en la PDA.

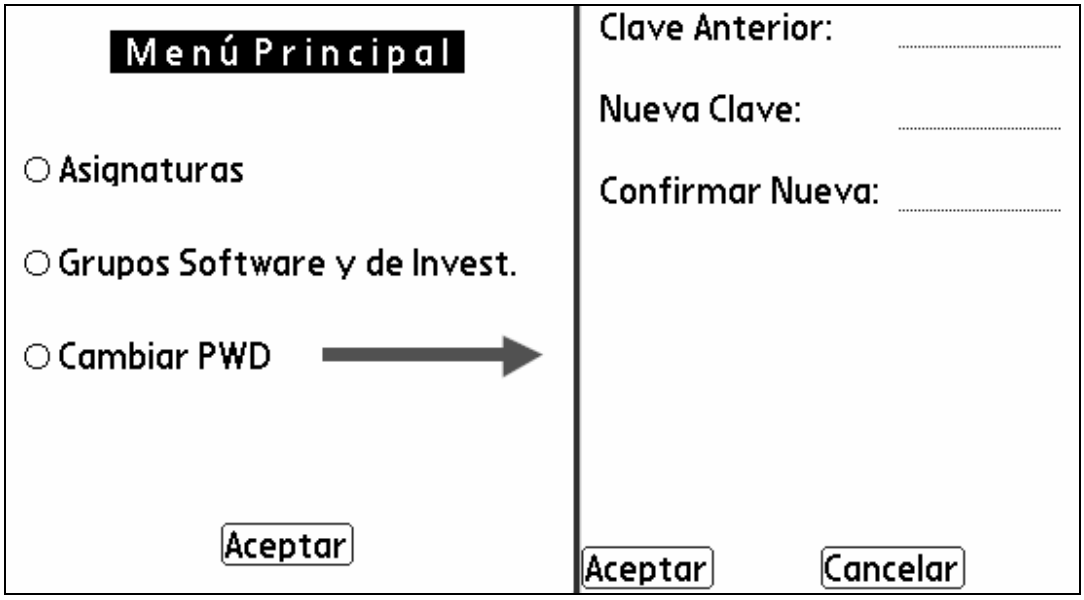


Figura No.38 Menú Principal y Cambio de Contraseña

En la Figura No.38 Podemos ver el menú principal de la aplicación, en donde se encuentran los dos componentes previamente mencionados (Asignaturas y Grupos) y un tercer ítem de *Cambio de Contraseña*, donde el docente puede cambiar su clave de acceso, con el único requerimiento que sepa la anterior clave.

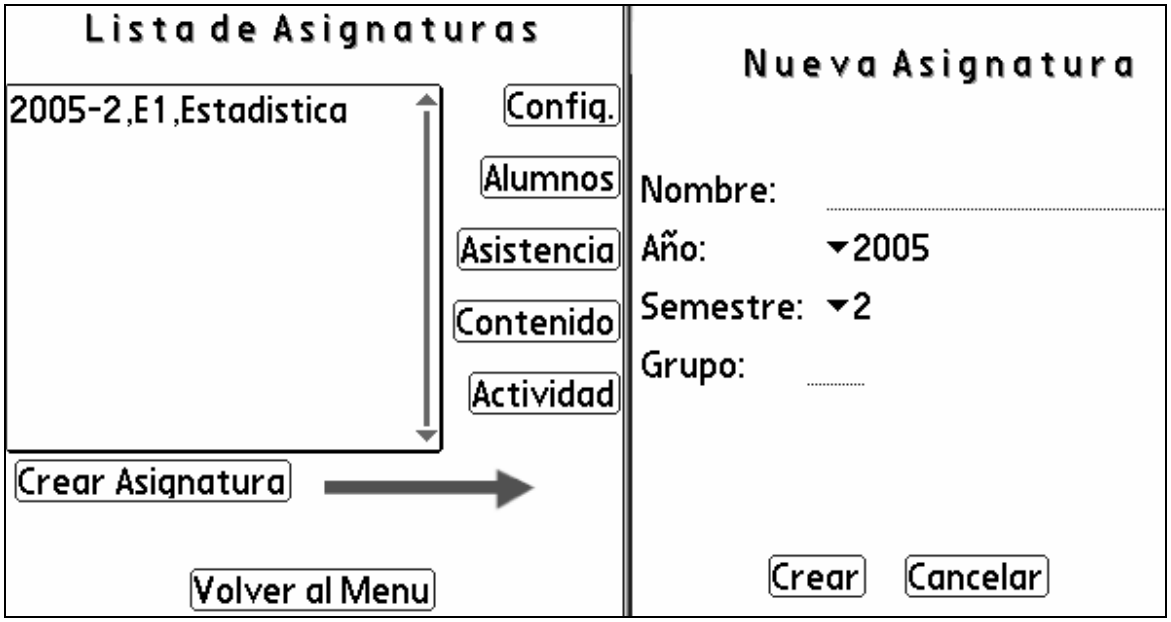


Figura No.39 Menú de Asignaturas y Creación de Asignatura

En la Figura No.39 Podemos ver el menú de la parte de Asignaturas y cuáles son los datos solicitados para la creación de una nueva. A la izquierda vemos cuáles son las principales funcionalidades acerca de las Asignaturas: Configuración (donde están las Preferencias académicas del grupo y los horarios), Alumnos (donde manejará la principal información de los mismos), Asistencia (registro y supervisión de la misma), Contenido (donde está el programa de estudios del semestre) y Actividad (donde están las actividades definidas para el semestre). Y el listado de las asignaturas, el cual muestra el año y el semestre (si es el primero o el segundo), el grupo y el nombre.

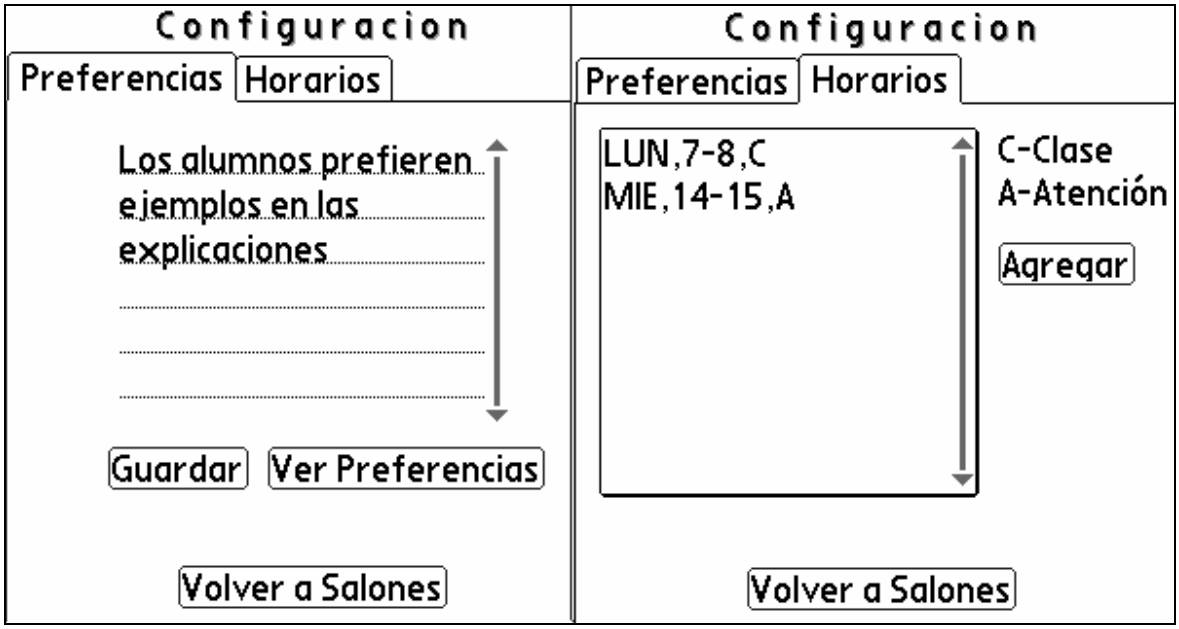


Figura No.40 Configuración de la Asignatura

En la Figura No.40 Podemos ver en detalle la *Configuración* de la Asignatura, donde se ven y registran las preferencias académicas del grupo, así como también los horarios, tanto de clase como de atención a estudiantes.

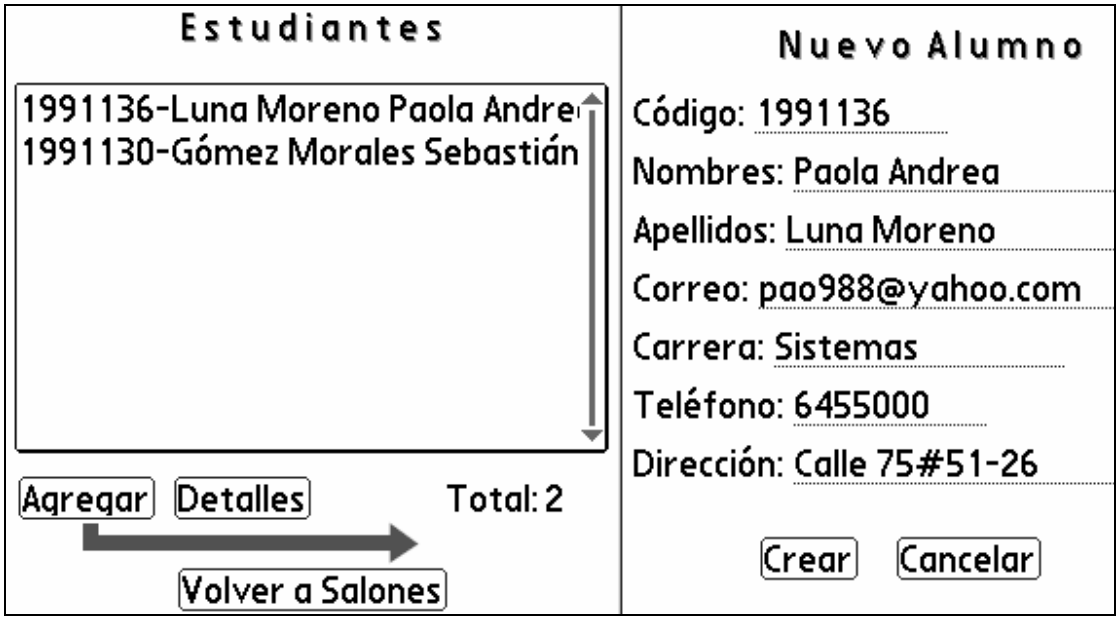


Figura No.41 Listado de Estudiantes y Creación de un Estudiante

En la Figura No.41 Vemos el listado de los estudiantes inscritos en la asignatura actual, visualizando su código seguido de su nombre. Tiene las opciones de *Detalles*, para ver la información específica del estudiante y *Agregar*, para la creación de uno nuevo. Es de hacer notar que al crear un estudiante se valida si ya existe en la BD para que, si es así, no tenga que ingresar todos los datos sino que simplemente se "suscriba" a la asignatura.

En la Figura No.42 se pueden observar los *detalles* del estudiante a través de sus tres pestañas (o *tabs*): Info, donde se muestran los datos personales del estudiante, incluido su perfil (el cual se muestra en una ventana emergente, debido a que puede ser muy extenso) y un par de datos académicos, como lo son la participación e interés en la asignatura seleccionada. Acá el docente aparte de ver tales datos, puede modificar algunos de ellos, incluso la participación e interés, a las cuales se les cuantificó por medio de una escala de 1 a 10. La segunda pestaña, *Seguimiento*, muestra la calificación en cada una de las actividades (académicas y no-académicas) de la asignatura y en las cuales, por ende, él se encuentra involucrado. La tercera pestaña, *Historial*, nos proporciona la interesante función de listar las asignaturas y grupos (software o de investigación) a los que el estudiante pertenece o ha pertenecido.

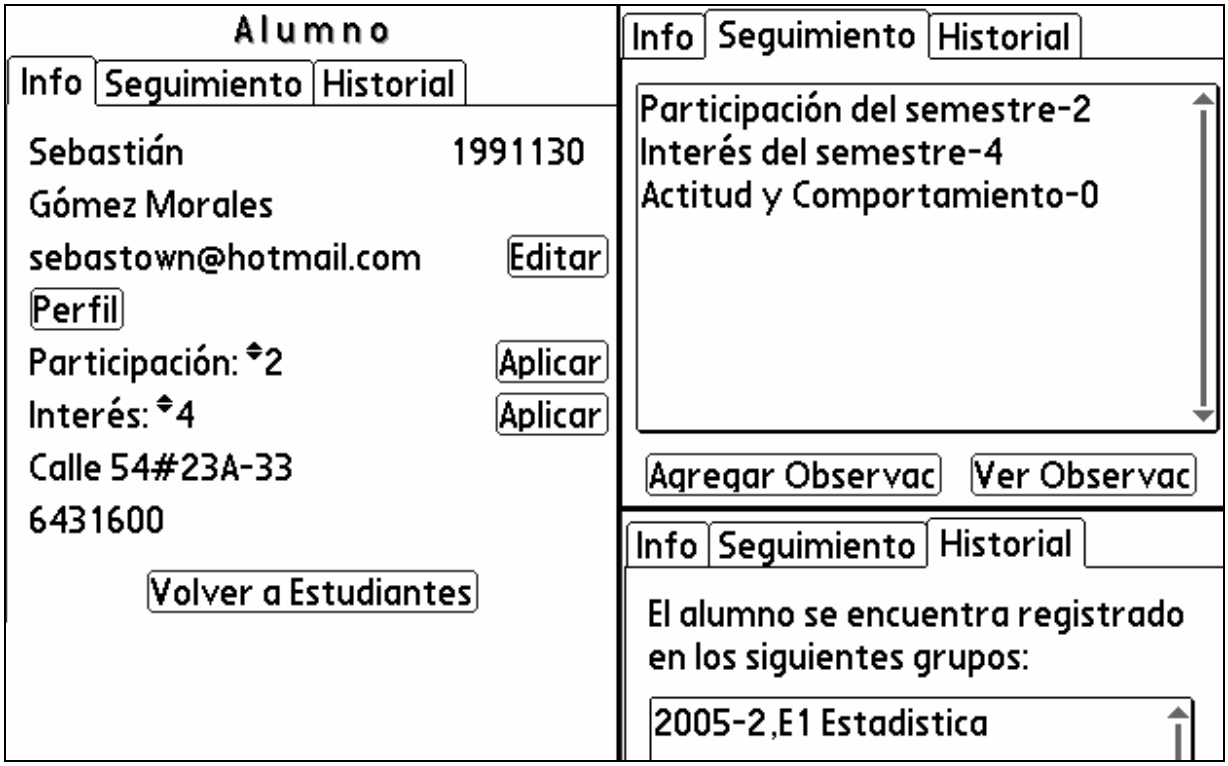


Figura No.42 Detalles del Estudiante

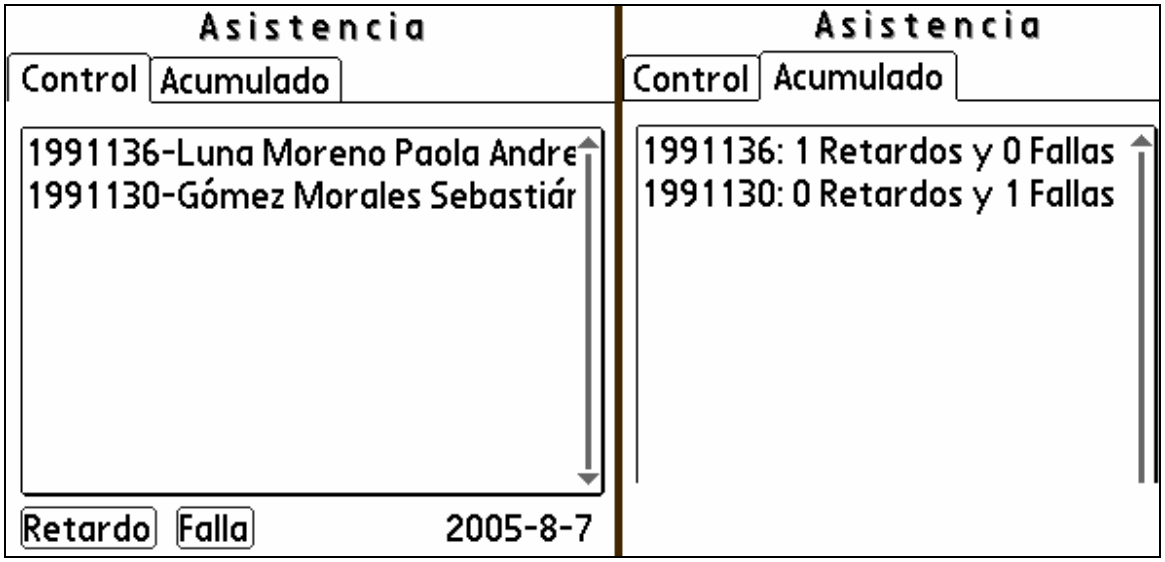


Figura No.43 Asistencia

En la Figura No.43 se observa el manejo de la asistencia de la asignatura: a la izquierda vemos el registro de la misma, por medio de una lista de alumnos y dos botones, uno para asignar una falla y otro para asignar un retardo, todo al estudiante que esté seleccionado. Nótese la fecha actual abajo a la derecha. En la otra pestaña, *Acumulado*, se listan una vez más los alumnos, pero esta vez con el acumulado de retardos y fallas del semestre.

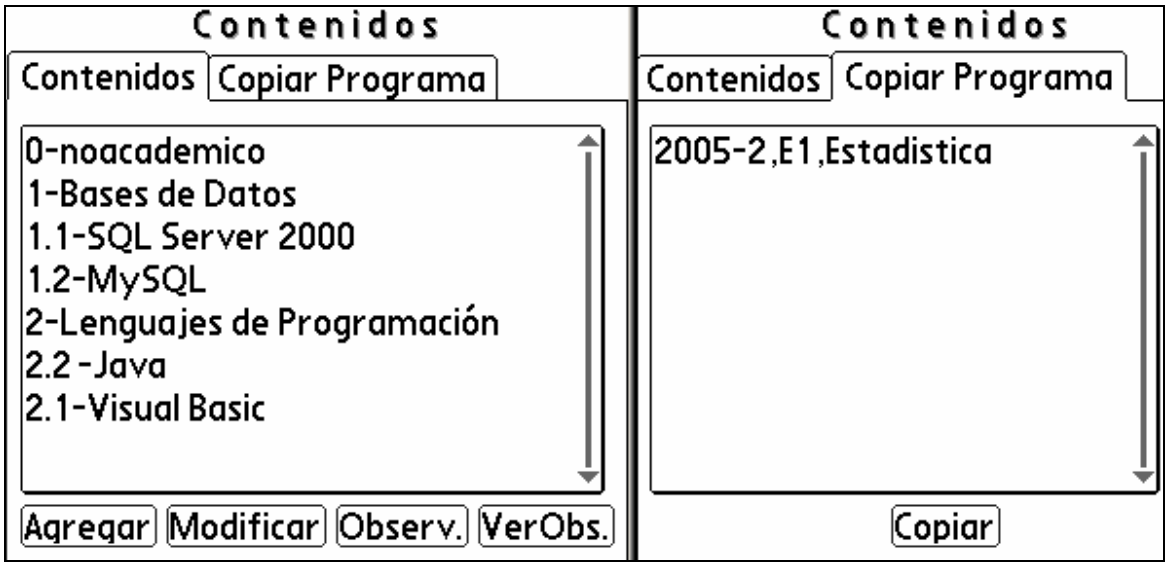


Figura No.44 Contenidos

En la Figura No.44 se muestra el manejo de los Contenidos por medio de dos pestañas: *Contenidos* y *Copiar Programa*. En la primera se listan los diferentes Contenidos que el docente ha definido de acuerdo a su programa semestral. A cada contenido le puede hacer observaciones (botón *Observ.*) así como ver las que tiene (botón *Ver Obs.*). También tiene la posibilidad de agregar una nueva (botón *Agregar*) y modificar una existente (botón *Modificar*). Es de hacer notar que sólo se permiten dos niveles de profundidad en los contenidos, es decir, no pueden existir numerales como 1.2.1, sólo 1 y 1.2. En la otra pestaña se tiene la opción de transferir todo el programa de contenidos de la asignatura (listado en la pestaña *Contenidos*, como ya se mencionó) a otra asignatura del docente. Es una opción muy útil para asignaturas que poco varían su programa de un semestre a otro.

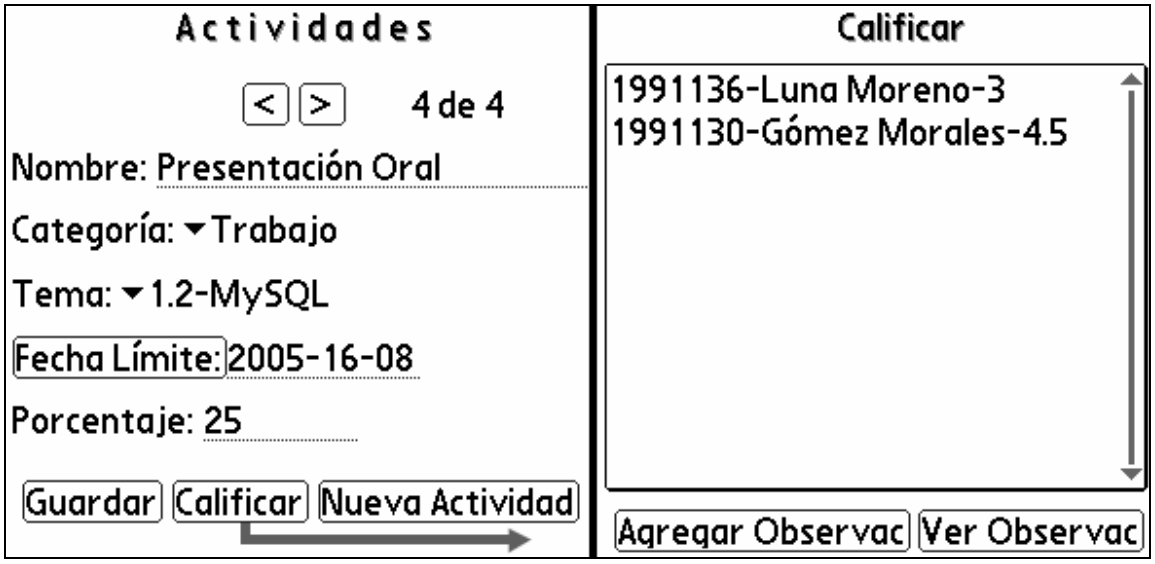


Figura No.45 Actividades

En la Figura No.45 se puede apreciar cómo se manejan las actividades. Inicialmente vemos las actividades una a una (izquierda de la figura) por medio de un *navegador*, ubicado en la parte central superior. Podemos crear una nueva actividad por medio del botón *Nueva Actividad*, posteriormente se deben ingresar los datos y oprimir el botón *Guardar* para salvar los cambios de la actividad recién creada. Dentro de los datos solicitados se encuentra *Tema,* el cual es un combo donde se encuentran los Contenidos previamente definidos. La *Categoría* es una de las siguientes:

- Participación
- Interés
- Proyecto de Grado
- Proyecto de Grupo Software
- Proyecto de Investigación
- Previo
- Quiz
- Trabajo
- Observaciones
- Definitiva
- Taller
- Actitudes y comportamientos

La otra opción de las Actividades es *Calificar,* donde se obtiene la lista de estudiantes de la asignatura seleccionada y se les puede: agregar observación específica a ese estudiante en esa actividad, ver las observaciones que pueda tener y, calificar al estudiante seleccionado en la actividad seleccionada. Es de hacer notar que, cuando se crea una asignatura, por defecto se le crean tres actividades de categoría no-académicas: Participación del Semestre, Interés del Semestre y Actitud y Comportamiento. Esto porque, como ya se ha dicho anteriormente, es una herramienta enfocada a darle criterios de evaluación que actualmente el docente no posee o se le es difícil registrar y/o hacer el seguimiento.

Nos adentramos ahora en la parte de Grupos Software/Investigación que el docente lidere.

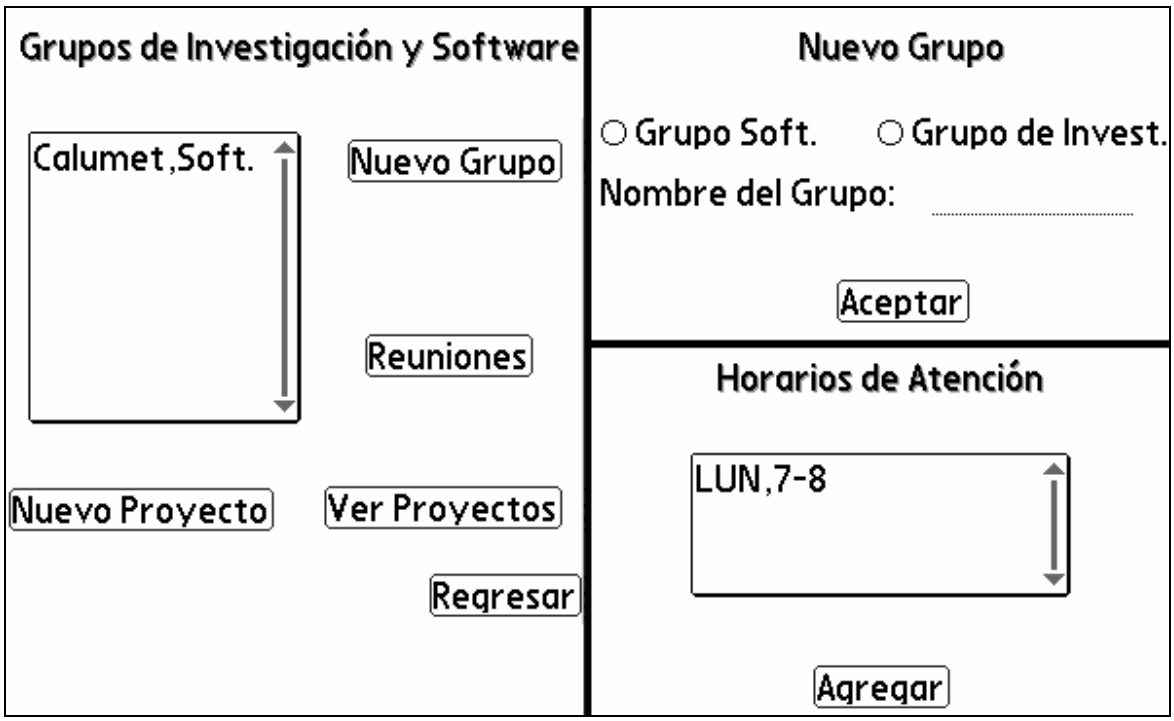


Figura No.46 Menú de Grupos, Creación de Nuevo Grupo y Horarios

En la Figura No.46 vemos a la izquierda el menú de grupos, donde se listan los grupos existentes, con su nombre y su tipo (Software / Investigación). Las opciones son:

definición de los horarios de las reuniones (abajo a la derecha en la figura), crear un nuevo proyecto del grupo seleccionado y ver los proyectos existentes de ese grupo. También está la opción *Nuevo Grupo*, la cual se ve al lado superior derecho de la figura.

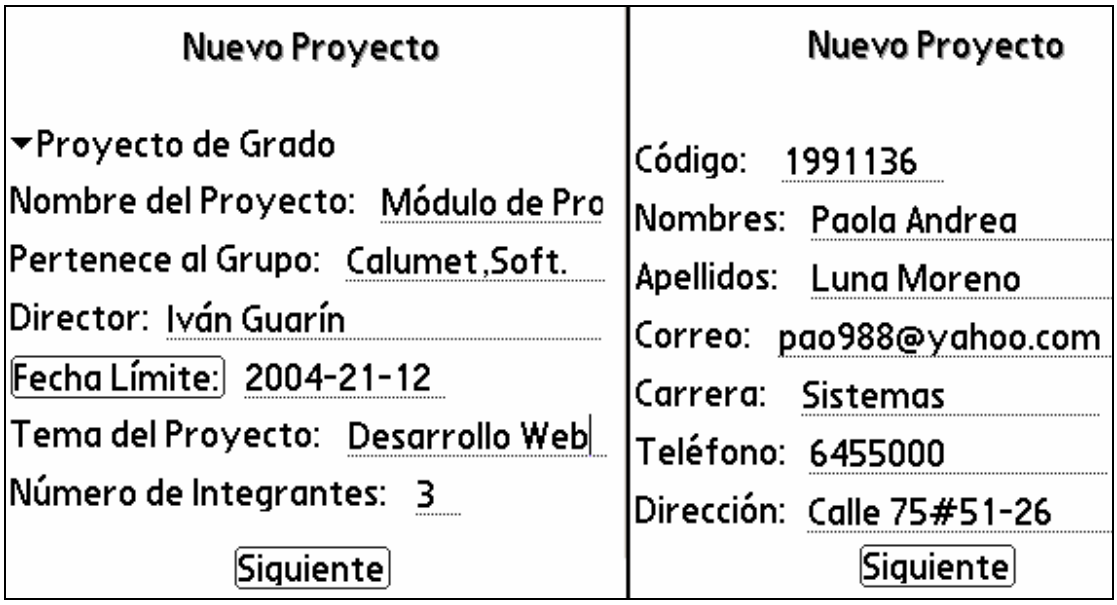


Figura No.47 Nuevo Proyecto

En la Figura No.47 podemos observar la creación de un nuevo proyecto: inicialmente se piden los datos propios del proyecto (parte izquierda de la figura), tales como si es Proyecto de Grado o Proyecto de Investigación, nombre, director, fecha, tema y número de integrantes. Una vez ingresados estos datos, al oprimir *Siguiente*, y teniendo en cuenta el "Número de Integrantes" suministrado, se procede a ingresar los datos de los estudiantes, validando si no existen primero en la BD, en cuyo caso simplemente se "inscribirían" en el grupo seleccionado.

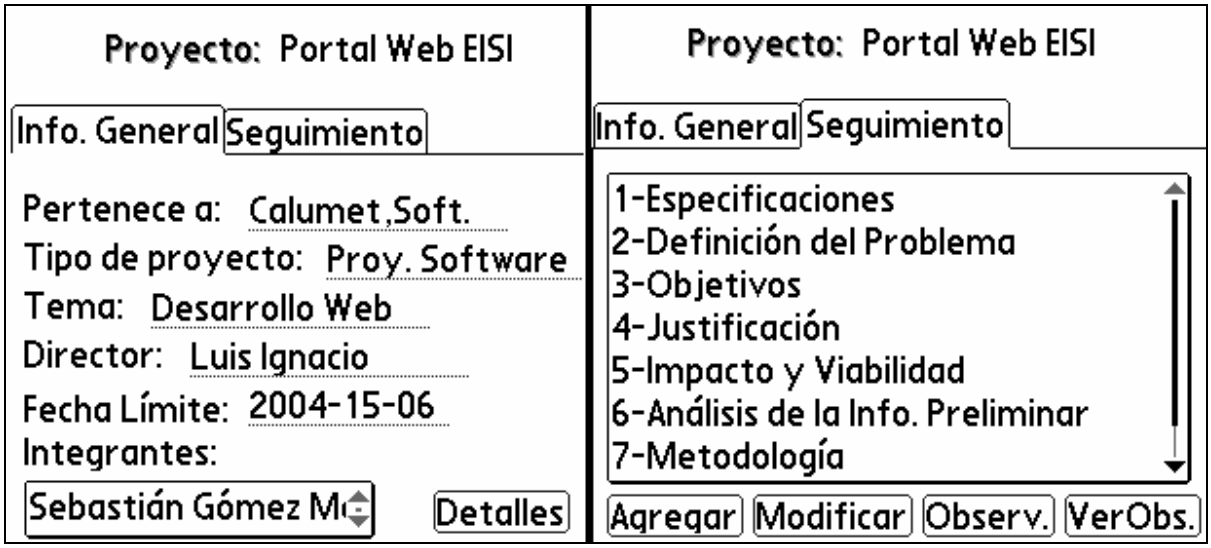


Figura No.48 Detalles del Proyecto

Una vez seleccionado el botón *Ver Proyectos* del menú de Grupos, se listan los diferentes proyectos del grupo, y allí se selecciona para ver sus detalles, los cuales vemos en la Figura No.48. Allí vemos dos pestañas: *Info General* y *Seguimiento.* En la primera se muestran los datos del proyecto, incluidos sus integrantes, de los cuales se pueden ver los detalles, similar a como se hace en la sección *Alumnos* de la parte de Asignaturas. En la segunda pestaña, se realiza el seguimiento del proyecto, por medio del "Plan de Proyecto" definido. Se determinó un plan de proyecto *genérico* que sirve como punto de arranque, ya que el docente puede modificarlo y agregarle más ítems. El plan definido es:

- Especificaciones
- Definición del problema
- Objetivos
- Justificación
- Impacto y viabilidad
- Análisis de la información preliminar
- Metodología
- Plan de trabajo

Además, se pueden ver y agregar observaciones específicas al ítem en el proyecto seleccionado, del grupo seleccionado.

Software del PC 1.0.0

En el software de PC, las funcionalidades son prácticamente las mismas, con la diferencia significativa de que en algunos casos se pueden eliminar y editar algunos registros. Recordemos que los datos son los mismos que los de la PDA, gracias al proceso de *Sincronización*, el cual es hecho por un *Conduit* que se encarga de mantener la integridad de los datos en ambas partes, como ya se ha mencionado varias veces durante este libro. Veamos entonces las interfaces gráficas de usuario.

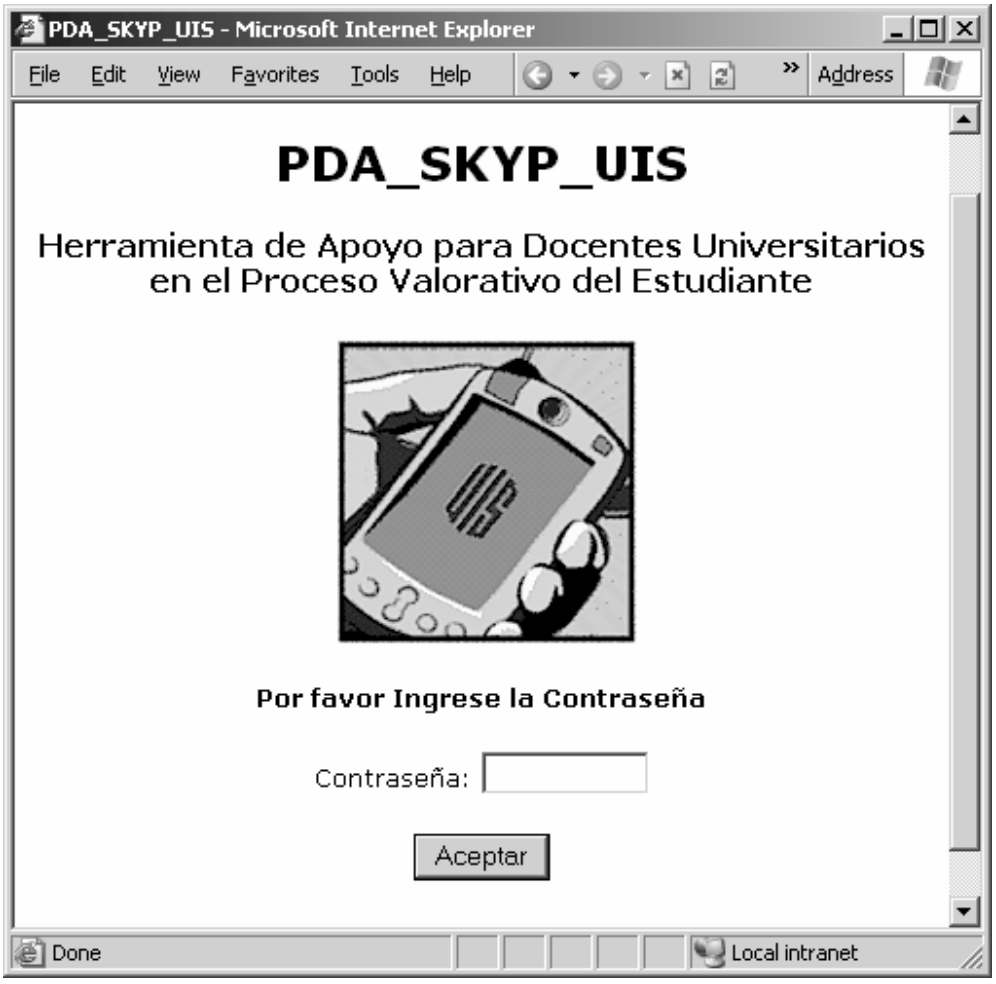


Figura No.49 Página inicial del software en el PC.

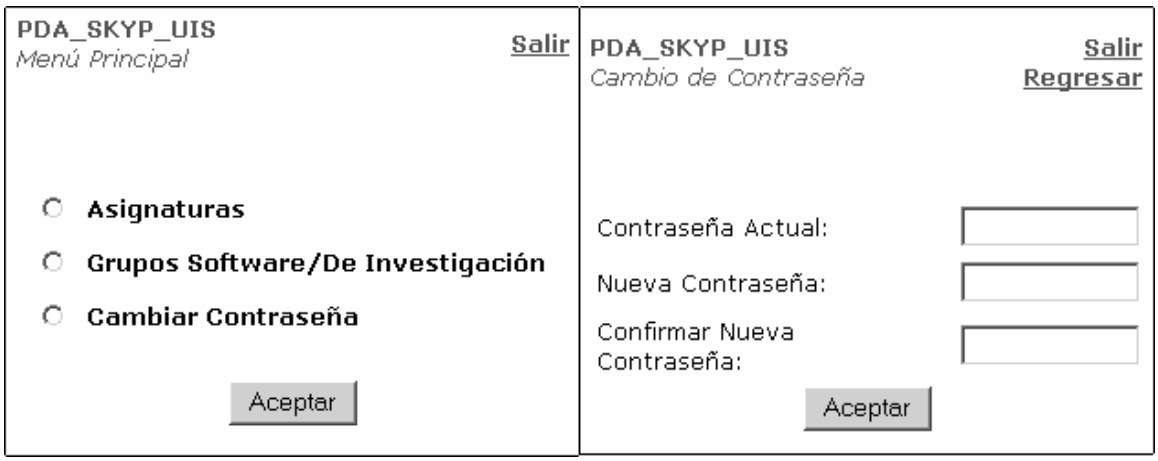


Figura No.50 Menú Principal y Cambio de Contraseña.

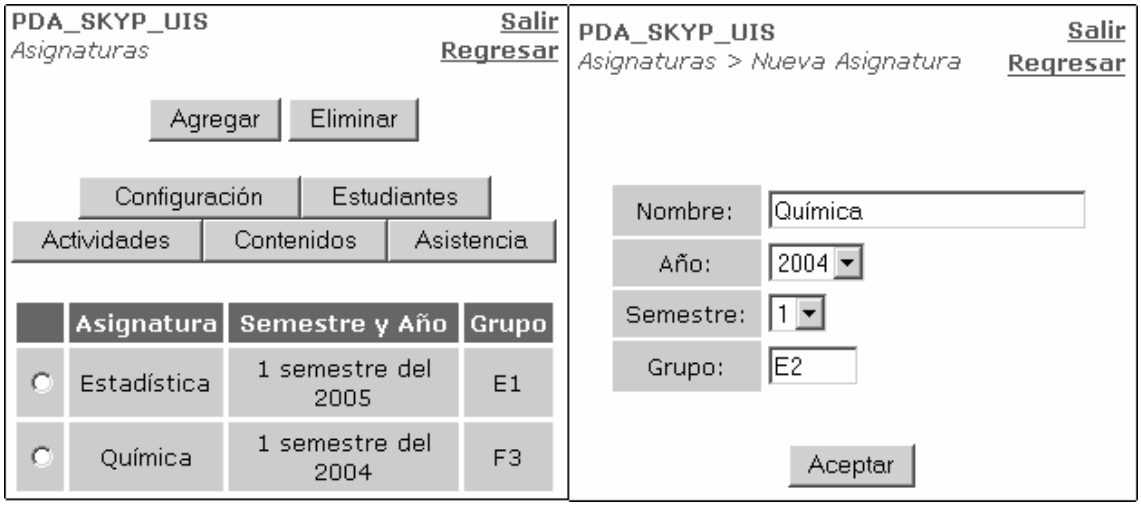


Figura No.51 Menú de Asignaturas y Creación de Nueva Asignatura.

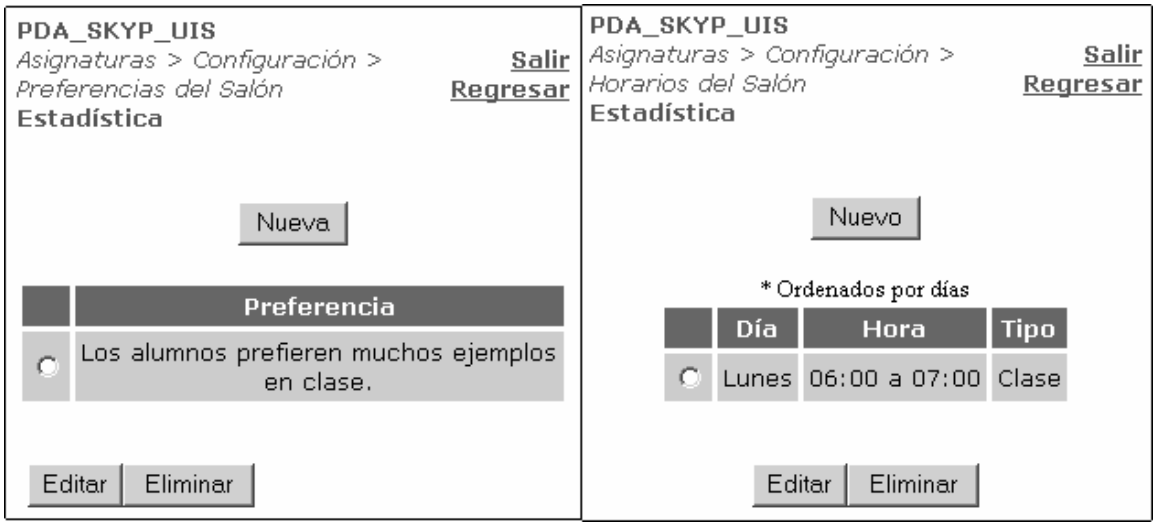


Figura No.52 Configuración de la Asignatura: Preferencias del Salón y Horarios.

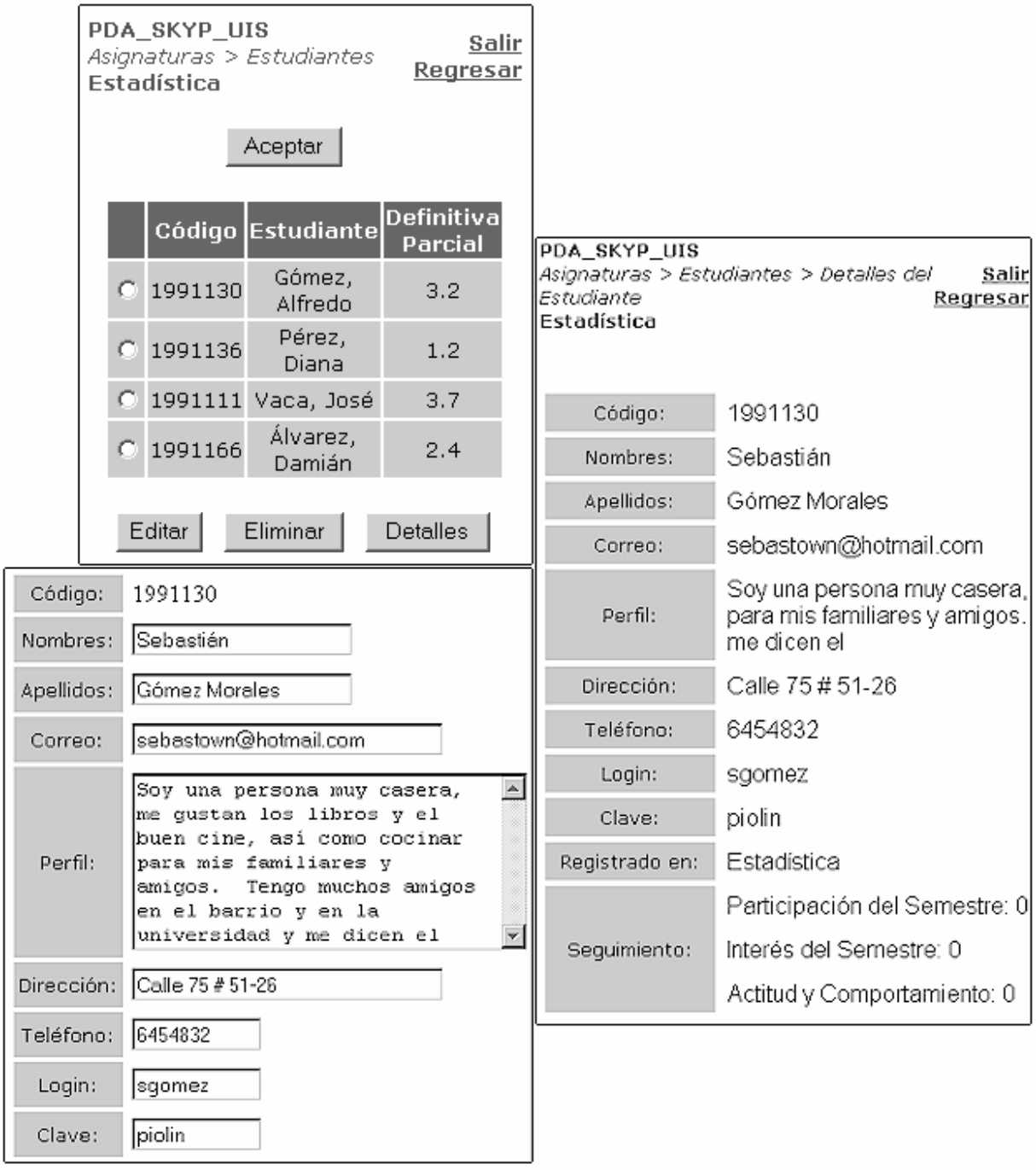


Figura No.53 Estudiantes: Listado (Menú), Detalles y Edición.

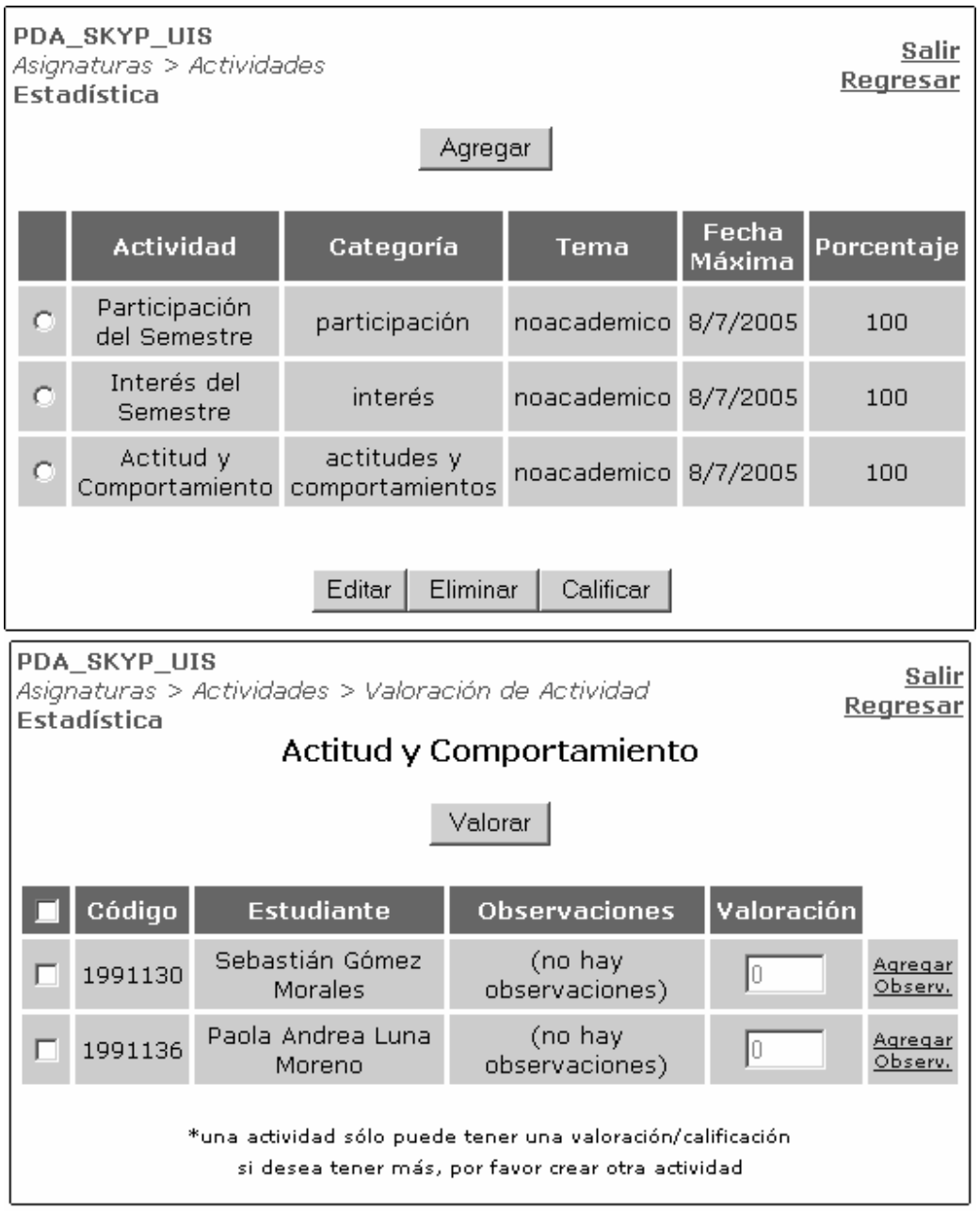


Figura No.54 Actividades: Listado (y Menú) y Calificación.

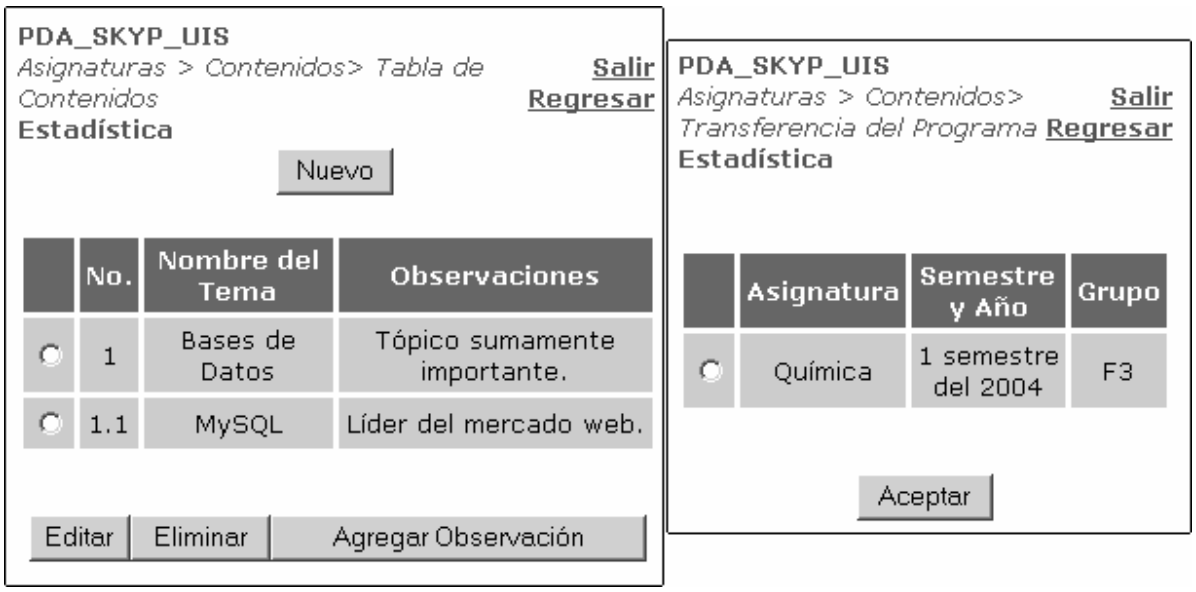


Figura No.55 Contenidos: Tabla de Contenidos (listado - Menú) y Transferencia del Programa.

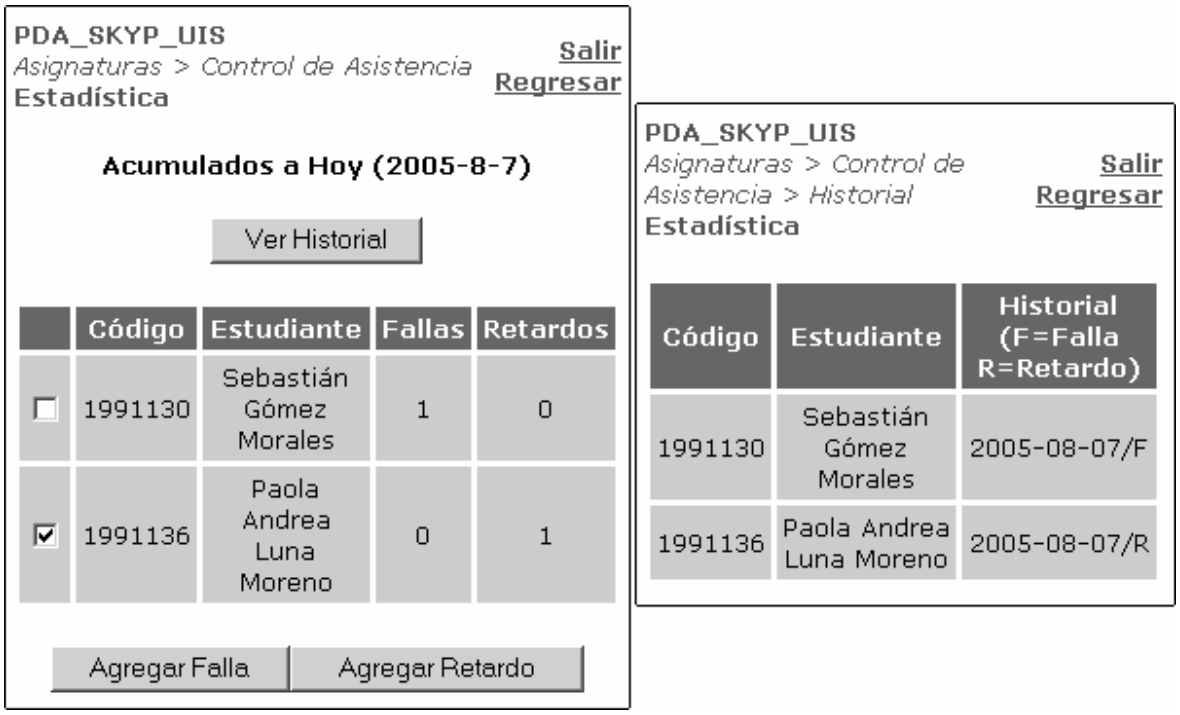


Figura No.56 Contenidos: Tabla de Contenidos (listado - Menú) y Transferencia del Programa.

3.5.2 Incremento 2

En este incremento se hicieron básicamente cuatro modificaciones a la aplicación:

- Se deseaba poder determinar el porcentaje de asistencia de los alumnos, es decir, tener la posibilidad de obtener un índice de asistencia de clase, para lo cual se necesitó incluir el dato de cuántas horas por semana se tenían en la asignatura.
- Se deseaba poder saber si los contenidos de las asignaturas ya habían pasado, estaban en curso o estaban próximas, por lo que se incluyeron los datos de fecha inicial y fecha final a los contenidos.
- Se deseaba tener registro del auxiliar de la asignatura.
- Se colocaron ventanas emergentes explicativas en varios sitios de la aplicación.
- En los Detalles de los proyectos en la parte de Grupos, se modificó el Plan de Proyecto genérico de la pestaña *Seguimiento*.

Modelo de Datos 2

Se hicieron los siguientes cambios al modelo de datos anterior:

- Se agregaron *horassemana* a GRUPASIG, para la cuestión del porcentaje de la asistencia.
- Se agregó *desde* y *hasta* a TEMAS (contenidos), para la cuestión de la parcelación del contenido.
- Se agregó el campo *auxiliar* a GRUPASIG, donde se guardará el código del alumno auxiliar (o monitor) del grupo o asignatura.

Software de la PDA 1.4.11

Se hicieron las siguientes modificaciones/aditamentos al incremento anterior:

Correcciones y Modificaciones:

- Se corrigieron errores en las observaciones de las actividades dependiendo de si son académicas o complementarias (sólo estaba mostrando las académicas).
- Se corrigió en Actividades el calendario, ya que si oprimía "Cancel", se producía un error.

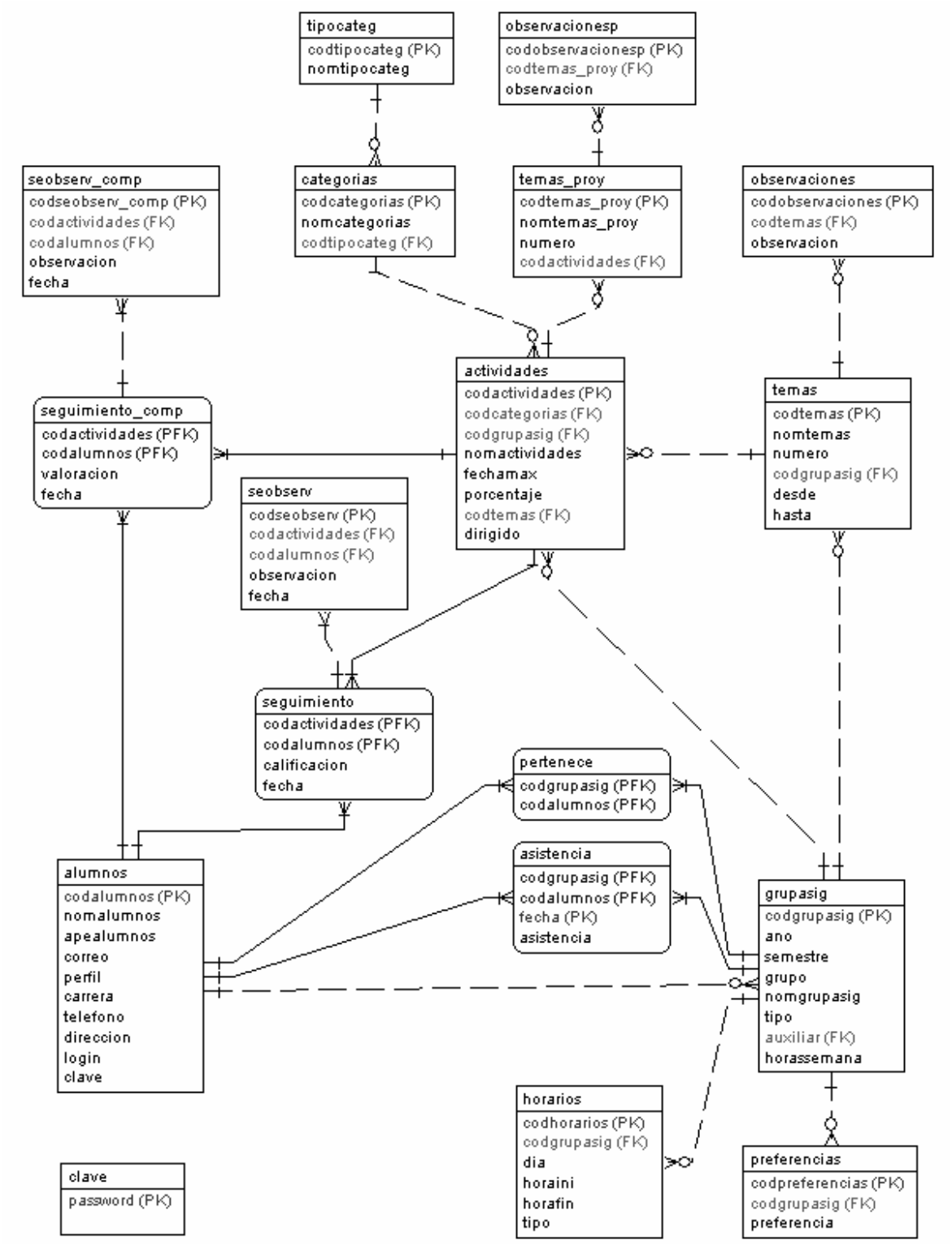


Figura No.57 Diagrama Entidad/Relación del Modelo de Datos 2.

- En los Detalles de los proyectos en la parte de Grupos, se modificó el Plan de Proyecto genérico de la pestaña *Seguimiento*.
    - Objetivos
    - Plan de trabajo
    - Resultados
    - Bibliografía

Nuevas Funcionalidades:

- En Asistencia, se crearon botones que hacen fallas dobles y triples (para cuando son bloques de 2 y 3 horas) y en otra pestaña de Asistencia, se muestra el porcentaje que se le resta a los alumnos al tener una falla/retardo. También se muestra el porcentaje acumulado. Este porcentaje es: las horas por semana de la asignatura, multiplicarlas por 16 -semanas del semestre- y por 0.25 -si se falla a la cuarta parte de las horas del semestre se pierde la materia- y ahí nos da "X", nuestro "100%" de asistencia. se va bajando por cada falla -un 100/X- y por cada retardo -100/(X*4), ya que se considera que un retardo es un cuarto de falla-.

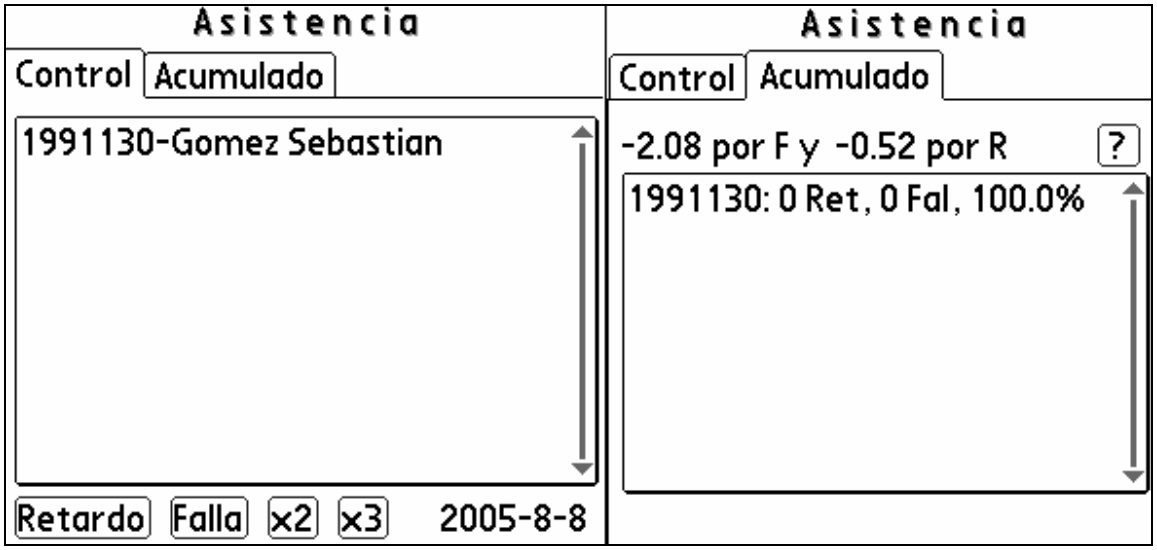


Figura No.58 Retardos y Fallas dobles y Nuevo Historial de Asistencia.

- Al crear la asignatura, se piden las horas por semana y el auxiliar. En Asistencia se creó un botón "?" donde se explica lo que se hizo de los porcentajes.

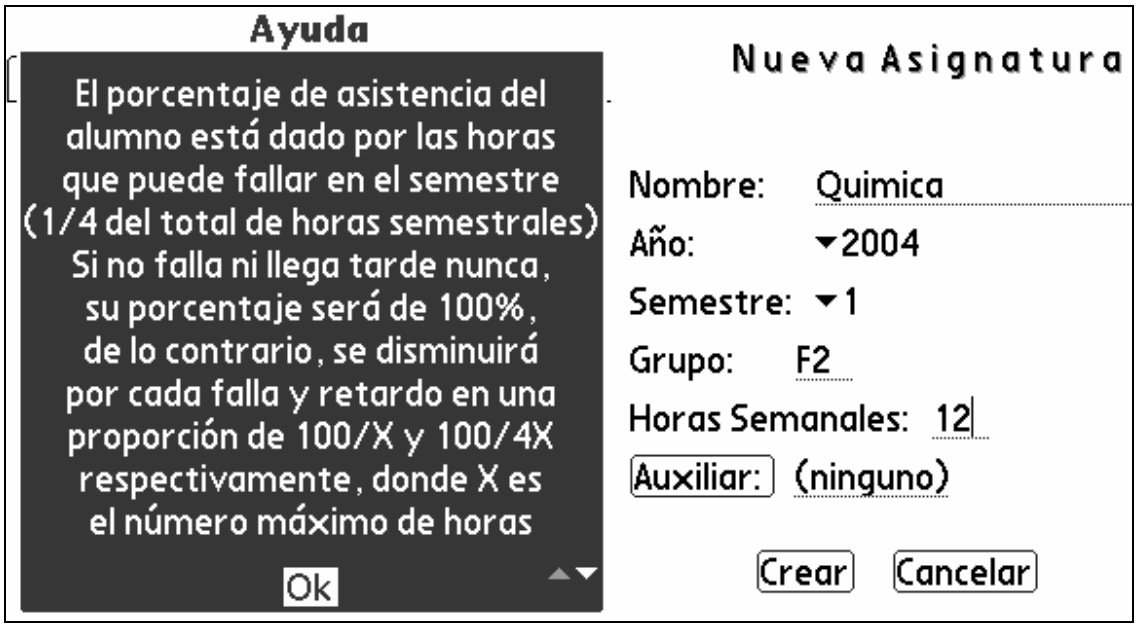

Ayuda
El porcentaje de asistencia del alumno está dado por las horas que puede fallar en el semestre (1/4 del total de horas semestrales) Si no falla ni llega tarde nunca, su porcentaje será de 100%, de lo contrario, se disminuirá por cada falla y retardo en una proporción de 100/X y 100/4X respectivamente, donde X es el número máximo de horas
Ok
Nueva Asignatura
Nombre: Quimica
Año: 2004
Semestre: 1
Grupo: F2
Horas Semanales: 12
Auxiliar: (ninguno)
Crear
Cancelar

Figura No.59 Ventanas de ayuda y Nueva Creación de Asignatura (con horas semanales y auxiliar).

- En Contenidos, en la nueva pestaña de "Parcelación", se muestra si no se ha empezado el tema (la fecha de inicio no ha llegado), si ya pasó (la fecha final ya pasó) o si está 'corriendo', cuántos días lleva. Al crear un contenido, se pide la fecha inicial y final.

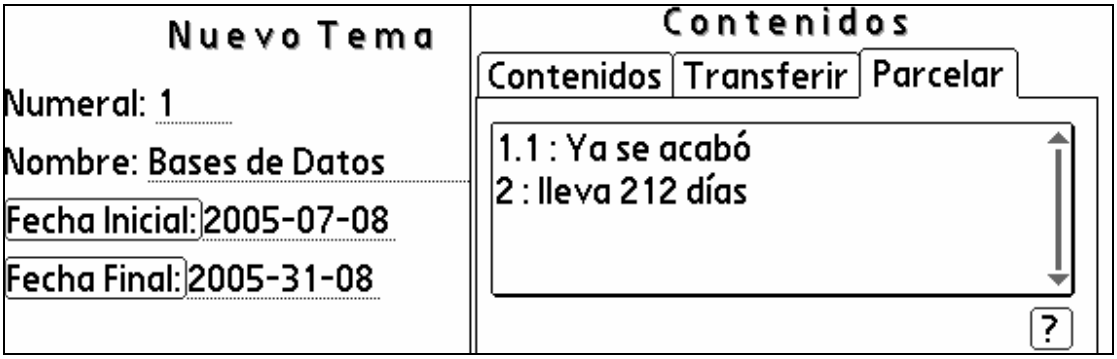


Figura No.60 Fechas del Nuevo Tema (Contenido) y Parcelación de los Temas.

- en Asig15 hay una nueva pestaña: "Auxiliar", que muestra el auxiliar actual (o "ninguno" si no hay) y permite cambiarlo, a través de la nueva ventana, donde escoge entre los alumnos adscritos a esa asignatura.

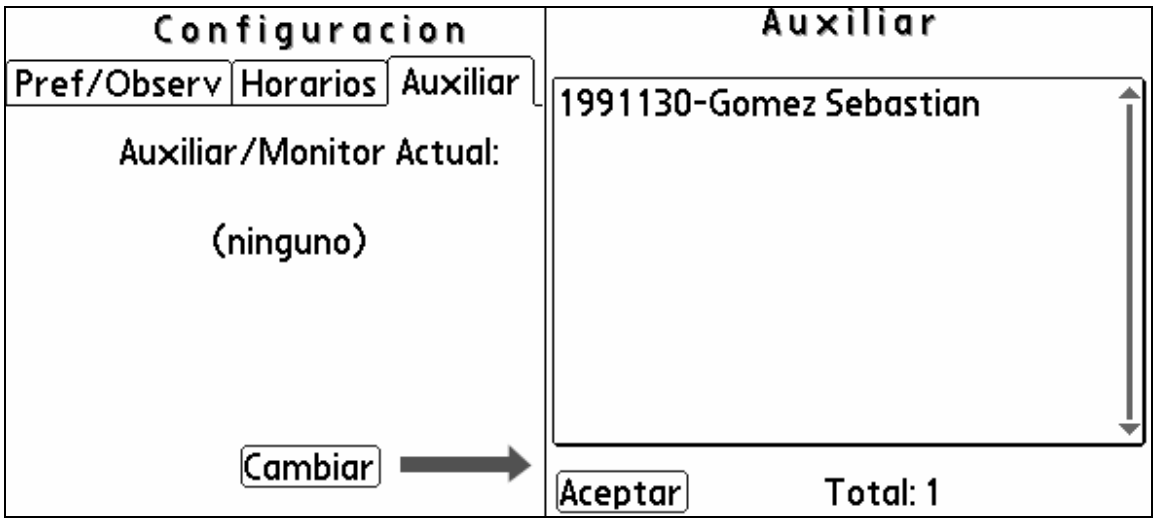


Figura No.61 Nueva pestaña "Auxiliar" den Configuración y Cambio de Auxiliar.

3.5.3 INCREMENTO 3

En este incremento se hicieron básicamente las siguientes modificaciones a la aplicación:

- Se agregaron los datos "Acudiente" y "Fecha de Nacimiento" a los Alumnos.
- Se deseaba tener un "Resumen" de cada Asignatura, donde se muestre todo lo más representativo de los mismos.
- Se deseaba determinar el avance de la asignatura (un porcentaje), el cual se determinaría con la fecha del primer día de clase, el número de horas consumidas por cada tema (contenido), con el hecho de si el tema ya fue visto o no y el número de horas semanales, las cuales se obtenían del horario y no de un atributo como se hizo en el incremento 2 (por eso el horario se debe solicitar al crear la asignatura, para que no haya incongruencias entre el horario y las horas semanales que potencialmente habían antes).
- Se deseaba poder determinar el tema (contenido) en el que debería estar a la fecha actual, es decir, según el número de horas semanales de la asignatura y el número de

horas que consume cada tema, se debe poder determinar en cuál tema debería estar actualmente la clase.

- Se agregó el “Tipo de Horario”, es decir, si es horario de clase, poder determinar si es teórico o práctico.
- Se deseaba poder manejar “Grupos Internos”, es decir, grupos dentro de una Asignatura, para cierta actividad, y que todos los miembros de tal grupo interno tuvieran la misma calificación en esa actividad específica.

Modelo de Datos 3

Se hicieron los siguientes cambios al modelo de datos anterior:

- Se agregaron los campos 'acudiente' y 'fechanac' (fecha de nacimiento) a ALUMNOS.
- Se eliminó el campo 'horassemana' de ASIG y se creó en ASIG el campo 'primer_dia', donde se guardará la fecha del primer día de clase, necesaria para determinar, el avance de la materia.
- Se agregó el campo 'teopra' en HORARIOS, donde se guardará si es teórico, práctica o no aplica.
- Se eliminó 'desde' y 'hasta' de TEMAS y se agregaron 'horas' (donde estarán las horas de clase que se consumirán en el tema) y 'visto' (donde estará si ya se vió o no).
- Se creó la tabla GRUPOS_INTERNOS, donde se manejarán grupos de alumnos dentro de una misma asignatura para una actividad específica; donde todos los miembros del grupo tengan la misma calificación. Es una relación mxm entre PERTENECE y ACTIVIDADES.

Software de la PDA 1.13.22

Se hicieron las siguientes modificaciones/aditamentos al incremento anterior:

Correcciones y Validaciones

- En la Creación del Horario se puso para que si el horario es de Atención, ignore si es teórico/práctico y ponga NA (no aplica). También se corrigió que la hora final fuera posterior a la inicial.

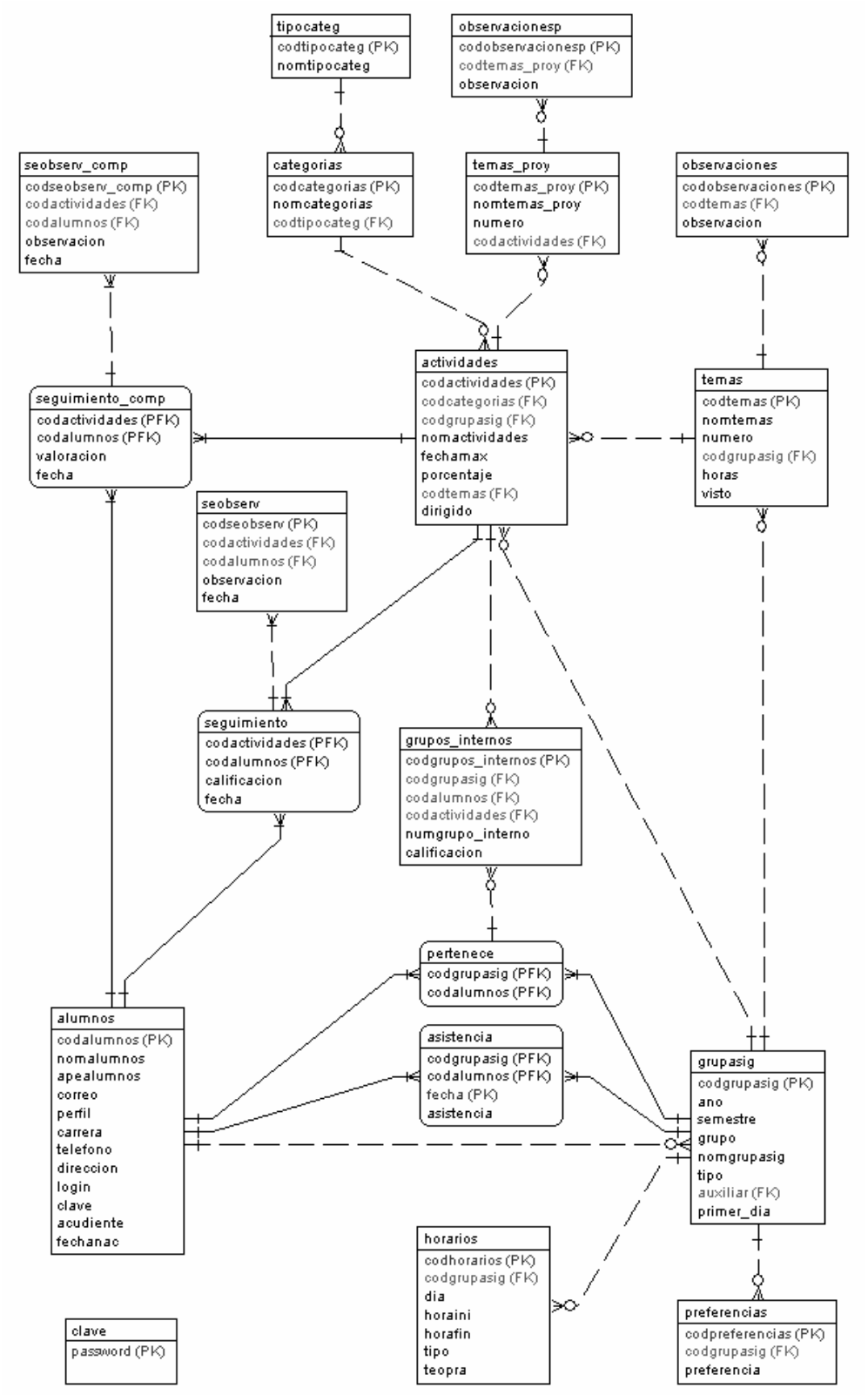

tipocateg
codtipocateg (PK)
nomtipocateg
observacionesp
codobservacionesp (PK)
codtemas_proy (FK)
observacion
seobserv_comp
codseobserv_comp (PK)
codactividades (FK)
codalumnos (FK)
observacion
fecha
categorias
codcategorias (PK)
nomcategorias
codtipocateg (FK)
temas_proy
codtemas_proy (PK)
nomtemas_proy
numero
codactividades (FK)
observaciones
codobservaciones (PK)
codtemas (FK)
observacion
actividades
codactividades (PK)
codcategorias (FK)
codgrupasig (FK)
nomactividades
fechamax
porcentaje
codtemas (FK)
dirigido
temas
codtemas (PK)
nomtemas
numero
codgrupasig (FK)
horas
visto
seguimiento_comp
codactividades (PFK)
codalumnos (PFK)
valoracion
fecha
seobserv
codseobserv (PK)
codactividades (FK)
codalumnos (FK)
observacion
fecha
seguimiento
codactividades (PFK)
codalumnos (PFK)
calificacion
fecha
grupos_internos
codgrupos_internos (PK)
codgrupasig (FK)
codalumnos (FK)
codactividades (FK)
numgrupo_interno
calificacion
pertenece
codgrupasig (PFK)
codalumnos (PFK)
alumnos
codalumnos (PK)
nomalumnos
apealumnos
correo
perfil
carrera
telefono
direccion
login
clave
acudiente
fechanac
asistencia
codgrupasig (PFK)
codalumnos (PFK)
fecha (PK)
asistencia
grupasig
codgrupasig (PK)
ano
semestre
grupo
nomgrupasig
tipo
auxiliar (FK)
primer_dia
horarios
codhorarios (PK)
codgrupasig (FK)
dia
horaini
horafin
tipo
teopra
preferencias
codpreferencias (PK)
codgrupasig (FK)
preferencia
clave
password (PK)

Figura No.62 Diagrama Entidad/Relación del Modelo de Datos 3.

- En la Creación de un Tema, se valida que el número del tema sea un número entero ó un número decimal (no puede empezar o terminar en punto), es decir, que sea un tema 'padre' o uno 'hijo', se valida también que el número de horas sea un número entero y se puso un letrero de ayuda explicando lo del nivel de profundidad. El número de horas sólo se exige si el numeral es decimal. Tales validaciones se hicieron también al editar el registro.
- Se validó que en la Creación y Edición de un tema, tenga horas disponibles en el semestre. Las horas del semestre son: las horas de clase semanales (las cuales son la sumatoria de lo que dura cada horario *de clase*) multiplicado por 16 (que son las semanas del semestre) menos la sumatoria de las horas que se comen cada una de los temas existentes.
- Se corrigió en donde hay calendarios, que obtenga las fechas con .getDay(), .getMonth() y .getYear() (para evitar problemas en PDAs en inglés).
- *Nuevas Funcionalidades*
- Se agregaron ítems de Resumen de Asignatura, Edición de Asignatura y Grupos Internos de la Asignatura (se detallarán más adelante).

Figura No.63 Nuevos Ítems en Asignaturas.

- Se modificó la Creación de la Asignatura, ya que ahora en vez de pedir las horas semanales, se pide que defina el horario (con lo que se determina las horas semanales). También se pide la fecha del primer día de clases.

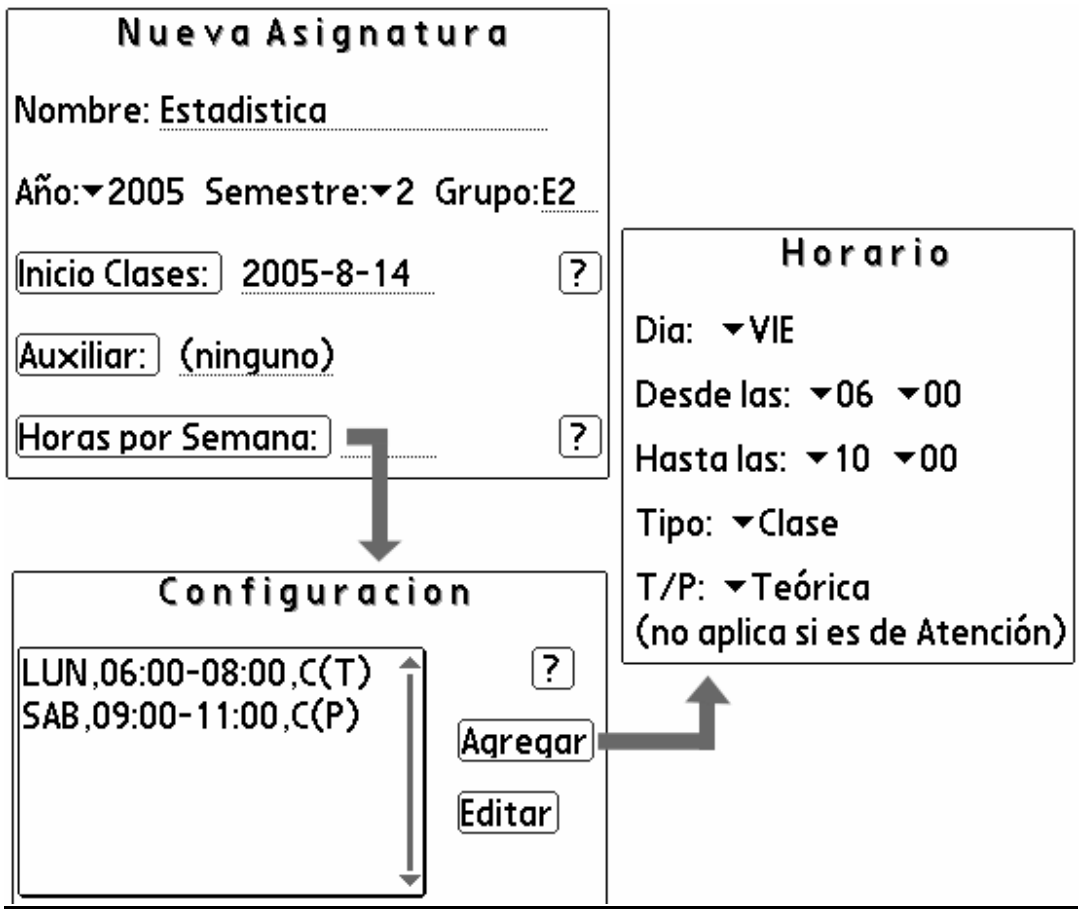


Figura No.64 Nueva Creación de Asignatura.

- Se modificaron *crear un estudiante* y *mostrar detalles de un estudiante* para que se manejaran los dos nuevos datos de los alumnos: acudiente y fecha de nacimiento.
- En Contenidos, en la pestaña de parcelación [parcelas()] se muestra ahora el porcentaje de avance de la asignatura, el cual es 100*[horas de temas ya *vistos*]/[horas de *clase* del semestre * 16]. En Creación y Edición del Contenido se modificó la validación de horas disponibles para que también le muestre cuántas horas le quedan disponibles. También se muestra el porcentaje en el que se debería ir.

Esto es las horas de clase transcurridas hasta hoy sobre las horas totales de clase: (los días transcurridos desde el primer día de clase hasta hoy)*(horas de clase semanales)*(1/7 -semanas en un día-)=horas de clase transcurridas hasta hoy (X). X/(horas de clase semanales * 16) = porcentaje en el que debería ir.

[dias][horas_clase/semana][semana/dia]=horas

horas / [horas_clase/semanas * semanas]

Figura No.65 Nuevos datos de Estudiantes.

- En Contenidos, en la pestaña de parcelación [parcelas()] se muestra también el tema en el que debería ir. Recordemos que sólo se permiten 2 niveles de profundidad en los temas (es decir, el principal y secundarios), por lo que en el numeral del tema sólo se aceptan números enteros o decimales (hay que tener en cuenta que los decimales están todos al mismo nivel: 1.1 y 1.14, por ejemplo. No es que 1.14 sea subnivel de 1.1). Con esto en mente, a cada subtema se le pide un número de horas que consumirá (los temas de numeral no-decimal se les pone 0 en número de horas para cuestión de cuando se sumen las horas de los temas de una asignatura, no se sumen tanto la de los *padres* como las de los *hijos*). Y con este número de horas y el número de horas totales del semestre (que ya vimos cómo se obtiene) puedo determinar cuál tema debería estar viendo 'hoy', ordenando los temas de la asignatura por numeral (ir

sumando -acumulado- horas de los temas y voy comparando con las horas que debería haber visto a la fecha: [días que han transcurrido desde el primer día de clase]*[horas semanales de clase]/[7]).

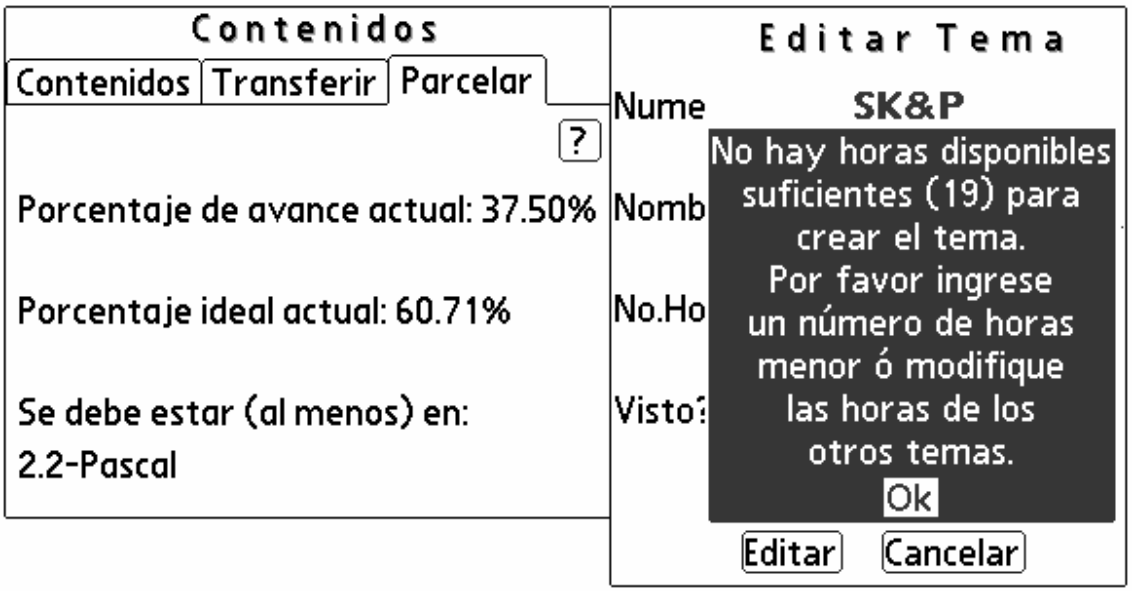


Figura No.66 Avance de la Asignatura y Validación de horas restantes.

- Se creó un nuevo item para las asignaturas: el resumen; donde está contemplado la información principal de la asignatura.
- También se creó un item, en donde se editan los principales datos de la asignatura.
- Se creó un item de Grupos Internos (se listan los grupos y también se califican -se le pone la calificación a cada registro de cada alumno perteneciente a ese grupo interno, así como a cada alumno en la actividad respectiva), donde se puede Crear un nuevo Grupo Interno y Adición de un alumno a un grupo interno existente -se valida que no agregue los que ya estén en el grupo interno-.

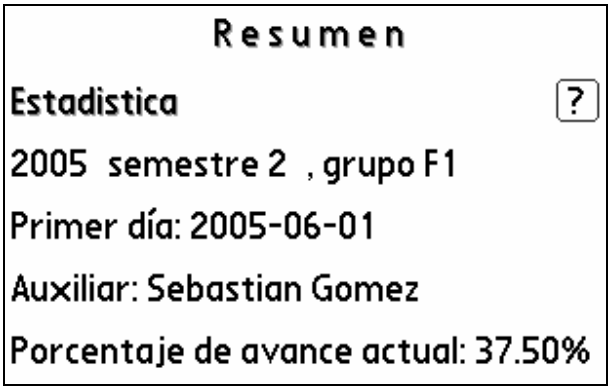


Figura No.67 Resumen de las Asignaturas.

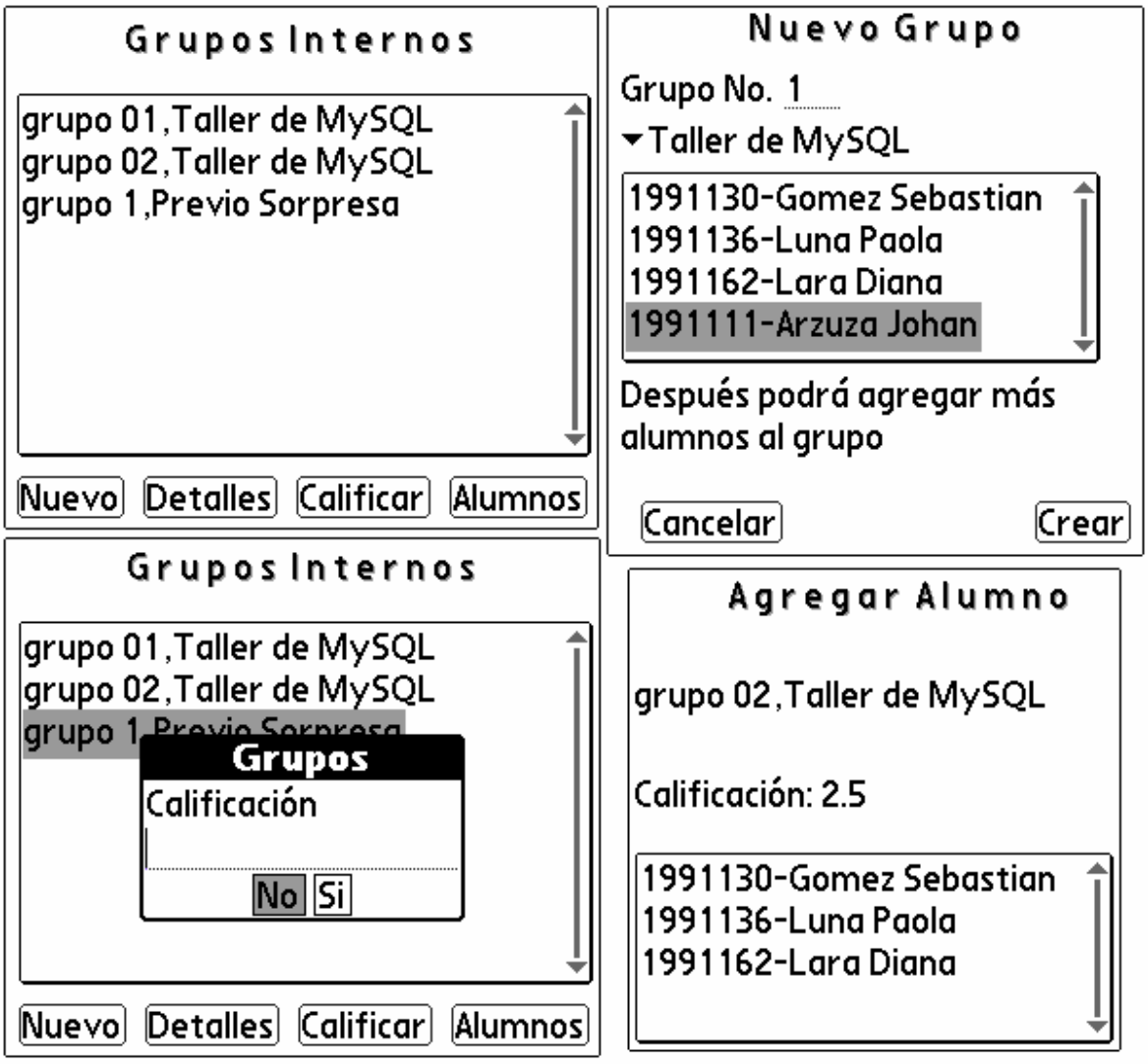


Figura No.68 Grupos Internos (Listado, Creación, Calificación, Agregar Alumno).

- Se crearon dos nuevas clases en la parte de Grupos, en la primera se listan las reuniones de un horario determinado y en la segunda se crea una nueva reunión.

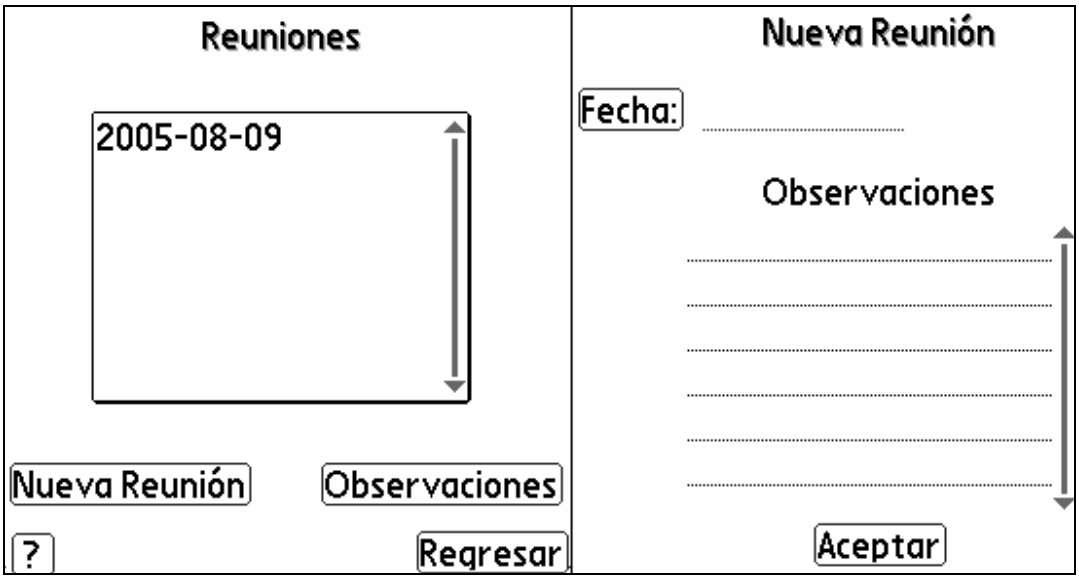


Figura No.69 Nuevas clases en Grupos.

Finalmente, en la Figura No.70 se muestra un diagrama donde se puede ver la estructura jerárquica de las clases de la aplicación, jerarquía que también aplica a la *navegabilidad* de la aplicación, es decir, el usuario sólo puede mover (avanzando y retrocediendo) entre clases por medio de las flechas que las unen. Por ejemplo, para poder agregar una observación a una actividad sólo se puede llegar a través de la clase Calificar, a la cual sólo se puede acceder desde la sección de Actividad. Es de hacer notar que, aunque en la figura las flechas tienen un sentido, para efectos de navegación en la aplicación, son de doble sentido.

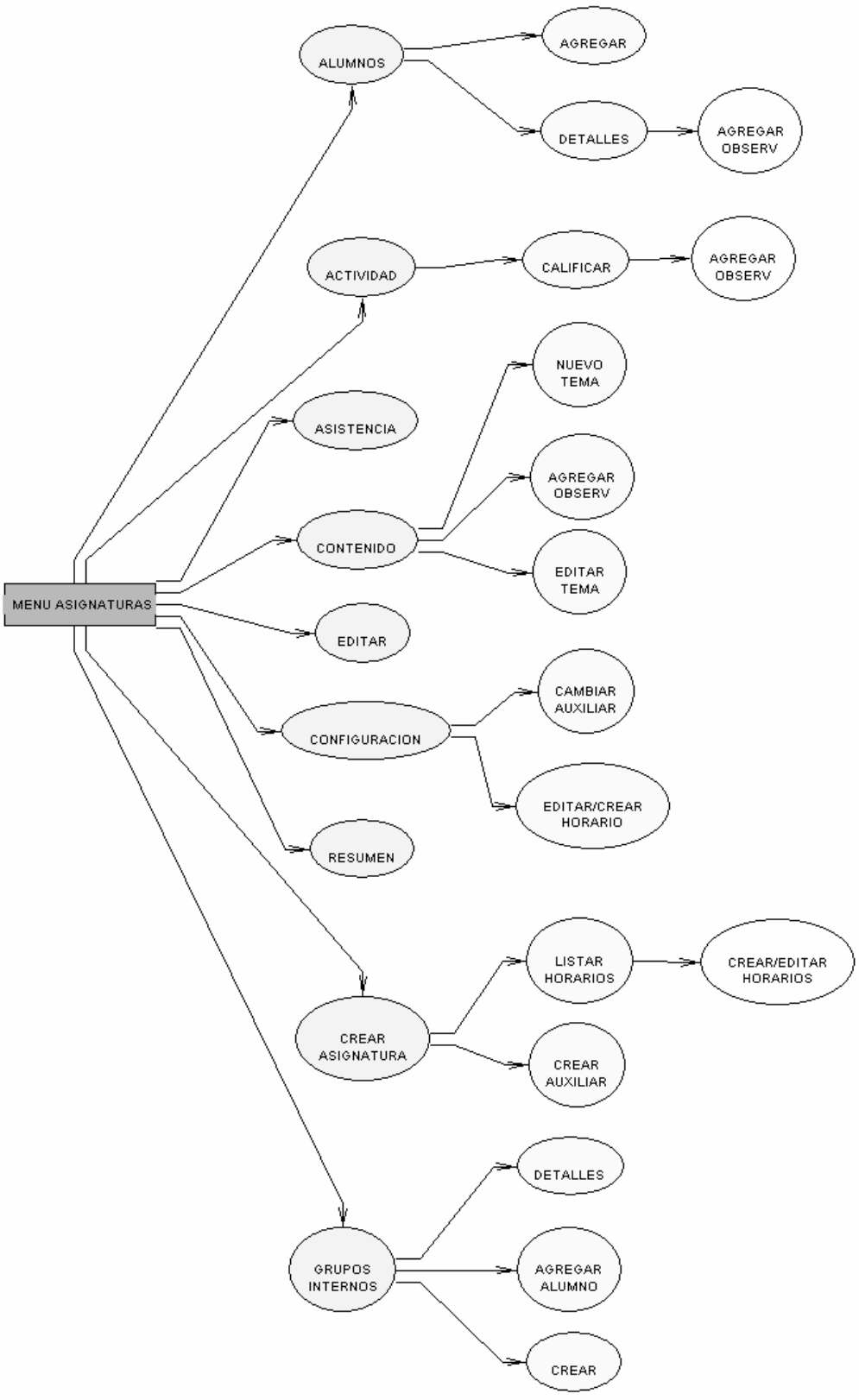

MENU ASIGNATURAS
ALUMNOS
AGREGAR
DETALLES
AGREGAR OBSERV
ACTIVIDAD
CALIFICAR
AGREGAR OBSERV
ASISTENCIA
CONTENIDO
NUEVO TEMA
AGREGAR OBSERV
EDITAR TEMA
EDITAR
CONFIGURACION
CAMBIAR AUXILIAR
EDITAR/CREAR HORARIO
RESUMEN
CREAR ASIGNATURA
LISTAR HORARIOS
CREAR/EDITAR HORARIOS
CREAR AUXILIAR
GRUPOS INTERNOS
DETALLES
AGREGAR ALUMNO
CREAR

Figura No.70 Jerarquía de Clases (y Navegabilidad) de la parte de Asignaturas.

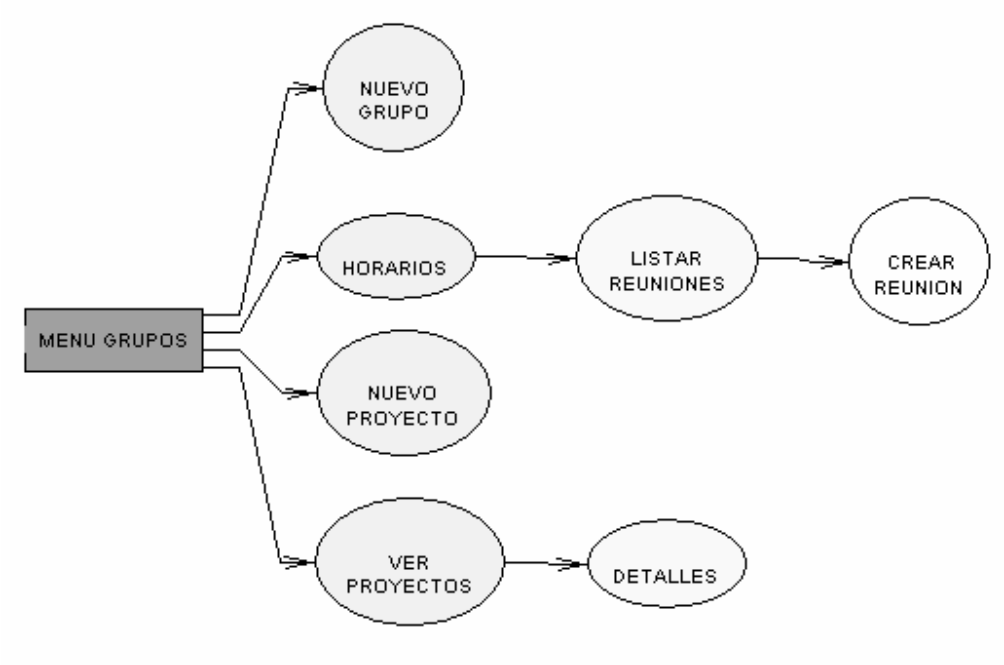


Figura No.71 Jerarquía de Clases (y Navegabilidad) de la parte de Grupos.

Software del PC 1.5.0

Básicamente los cambios que se hicieron fueron: adaptarlo al Modelo de Datos 3, hacer la parte donde los alumnos ingresarán su perfil, implementar la funcionalidad de poder cargar los datos de los alumnos a partir de un archivo Excel y realizar dos gráficas de datos (una de asistencia y otra de promedio de calificación de las actividades).

Debido a que ingresar grandes cantidades de texto (como puede ser el perfil de estudiante) en la PDA puede ser una tarea muy engorrosa, se hizo una página en el software del PC que le servirá a los estudiantes para ingresar ellos mismos su perfil, interactuando directamente con la Base de Datos, ahorrándole tiempo y esfuerzo al profesor. Recordemos que cada estudiante tiene un login y una clave, los cuales por defecto son su código. Usando este login y clave el estudiante accederá a una página donde podrá ingresar su perfil, así como cambiar su contraseña (ver Figura No.72).

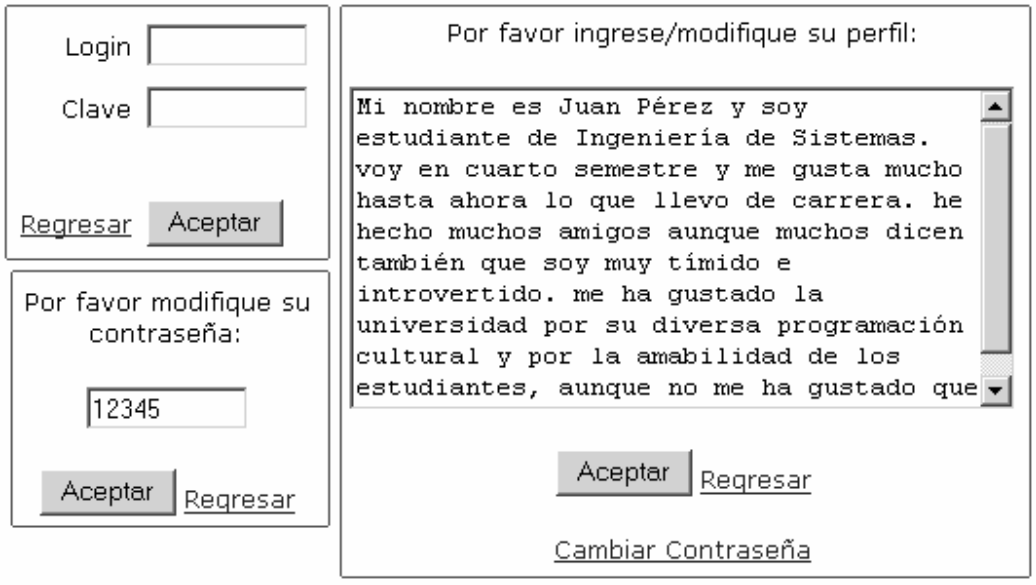

Login
Clave
Regresar
Aceptar
Por favor modifique su contraseña:
12345
Aceptar
Regresar
Por favor ingrese/modifique su perfil:
Mi nombre es Juan Pérez y soy estudiante de Ingeniería de Sistemas. voy en cuarto semestre y me gusta mucho hasta ahora lo que llevo de carrera. he hecho muchos amigos aunque muchos dicen también que soy muy tímido e introvertido. me ha gustado la universidad por su diversa programación cultural y por la amabilidad de los estudiantes, aunque no me ha gustado que
Aceptar
Regresar
Cambiar Contraseña

Figura No.72 Perfil del Estudiante

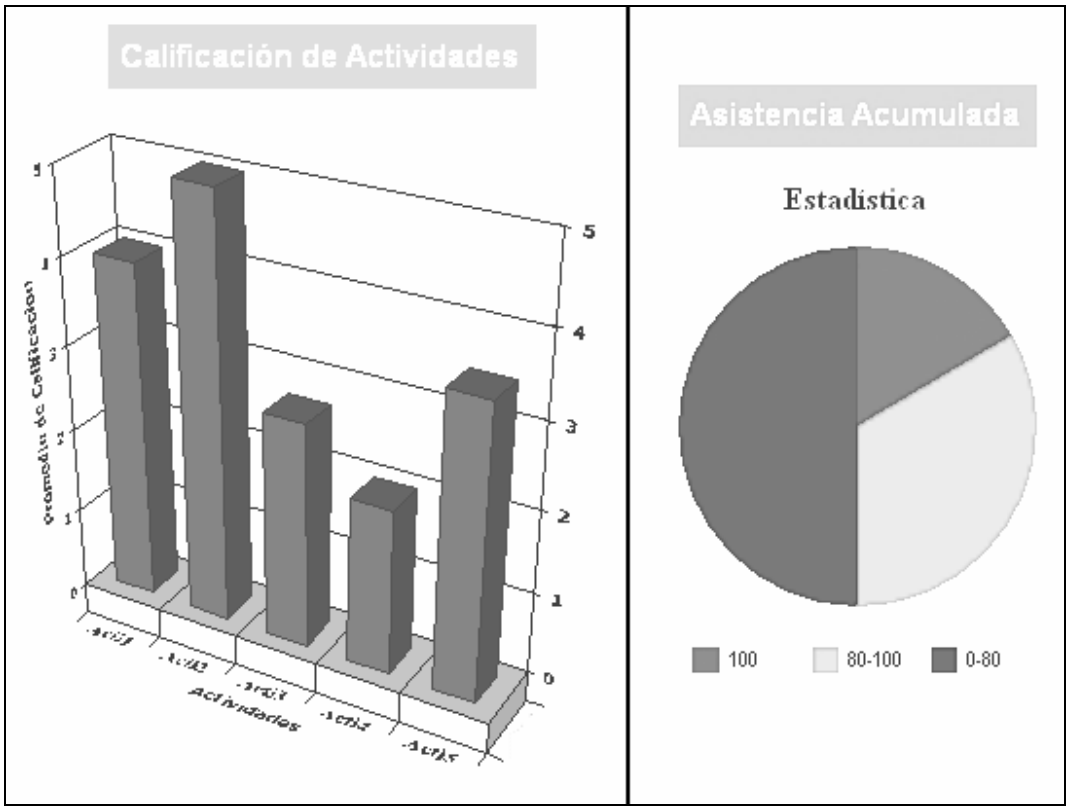


Figura No.73 Gráficas de Datos (Promedio de Calificación de Actividades y Asistencia Acumulada)

La otra funcionalidad fue la posibilidad de cargar los datos de los alumnos desde Excel o cualquier otro programa que soporte archivos de texto delimitados por tabulaciones. Teniendo el archivo simplemente se ingresa a la opción en el software del PC y se carga el archivo con la información. Es de hacer notar que esta carga de información NO valida si un estudiante (registro) ya existe o no, por lo que se recomienda usar esta opción cuando se tenga la seguridad de que los estudiantes no existen en la BD, para evitar duplicación e incongruencia de la información. Si un registro ya existe, es mejor editarlo directamente en la aplicación del PC.

Es muy importante que el archivo cumpla las siguientes características: que tenga 12 columnas (código, nombres, apellidos, e-mail, perfil, carrera, teléfono, dirección, login, contraseña, acudiente, fecha de nacimiento) sin título, todas las celdas deben tener formato de texto (así sean números o fechas) y el formato de la fecha de nacimiento debe ser AAAA-MM-DD. Después, simplemente Archivo>GuardarComo y escoger "Texto (delimitado por tabulaciones)".

Las gráficas de datos (ver Figura No.73) estaban originalmente pensadas para ser desarrolladas en la PDA (como está establecido en 3.1.2 OBJETIVOS), pero la dificultad debido al lenguaje de programación escogido para desarrollar en la PDA, hicieron que se repensara y se estableciera implementar en el PC, siendo mucho más cómodo no sólo para los desarrolladores sino para el usuario final, ya que el espacio para ver las gráficas en mucho mayor, así como el tiempo de respuesta.

Conduit 1.0

Del Conduit se hizo una única versión, la cual, recordemos, se ejecuta en el PC durante el proceso de sincronización usual entre la PDA y el PC. Es de resaltar que el Conduit no le exige al docente tener que oprimir otro botón diferente al que usa normalmente (como si no tuviera instalada la aplicación) para sincronizar su PDA con el Palm Desktop o Outlook instalado en su PC. Es un paquete de clases que son ejecutadas por el HotSync Manager, una utilidad de Palm que viene en el CD original de cualquier PDA basada en Palm, y el cual es necesario para sincronizarla.

El Conduit consiste de una clase principal donde se controla el flujo del programa (se inicia, se llaman las funciones respectivas y se cierra), una clase que se encarga de comunicarse con la base de datos del PC (MySQL) por medio de sentencias SQL, una clase que se encarga de la lógica de sincronización (ver Tabla No.10), una clase por cada tipo de registro en la BD (es decir, por cada tabla de MySQL, o lo mismo, por cada PDB de la aplicación existente en la PDA) y clases que implementan un cuadro de diálogo para configurar el Conduit (desactivarlo, establecerlo en modo PC sobrescribe a PDA o viceversa) desde el HotSync Manager.

Estado del registro en PDA	Estado del registro en PC	Acción a tomar
Nuevo	Inexistente	Agregar el registro de la PDA al PC
Inexistente	Nuevo	Agregar el registro del PC a la PDA
Modificado	Eliminado	En vez de eliminar el registro del PC, se reemplaza por el de la PDA
Eliminado	Modificado	En vez de eliminar el registro de la PDA, se reemplaza por el del PC
Modificado	Sin modificar	Reemplaza el registro del PC por el de la PDA
Sin modificar	Modificado	Reemplaza el registro de la PDA por el del PC
Eliminado	Sin modificar	Se elimina el registro tanto de la PDA como del PC
Sin modificar	Eliminado	Se elimina el registro tanto de la PDA como del PC
Modificado	Modificado	Si los cambios son idénticos, no se hace nada. Si no, se agrega el registro de la PDA al PC y el del PC a la PDA

Tabla No.10 Lógica de Sincronización de datos.

La lógica de sincronización también incluye las opciones del HotSync Manager *Desktop Overwrite HandHeld* (se eliminan todos los registros de la PDA y se copian los del PC), *HandHeld Overwrite Desktop* (se eliminan todos los registros del PC y se copian los de la PDA) y *Do Nothing* (no hace ningún tipo de cambio). Para hacer uso de estas opciones se debe iniciar el HotSync Manager, darle botón derecho del mouse, Custom, seleccionar el Conduit llamado JRIR_MySQL, Change, y una vez ahí se escoge la opción deseada.

Nótese que si se escoge una opción diferente a la que está seleccionada, sólo se realizará por una sincronizada. Si se desea que se haga siempre de ahí en adelante, se debe seleccionar la opción de poner como por defecto.

3.6. EVALUACIÓN

En esta etapa intervienen tanto desarrolladores como usuarios potenciales del sistema, así como usuarios de evaluación, quienes aunque tal vez no usen el sistema, sí pueden dar su opinión respecto a los diferentes aspectos del sistema. El objetivo es descubrir posibles errores e implementar cambios no muy profundos al código, tratándose de acomodarse a las exigencias y recomendaciones de los usuarios. A pesar de que las pruebas no pueden asegurar la ausencia de defectos, son parte fundamental antes de entregar el software final. Se llevaron a cabo tres tipos de pruebas:

3.6.1 De tiempo de desarrollo

Este tipo de pruebas son aquellas que se realizan por parte de los desarrolladores informal y periódicamente, durante la etapa del desarrollo del software. Por ende, no tienen un orden definido. Estas pruebas permitieron verificar la funcionalidad de cada módulo y fueron realizadas durante toda la etapa de programación y empalme de los módulos que conforman el software[183].

3.6.2 De aceptación

Son aquellas donde el potencial usuario (en este caso el docente) comprueba la funcionalidad del sistema, y determina si acepta el software como está o precisa ser necesario aplicar nuevas optimizaciones y soluciones de fallas. Para nuestro caso, los directores Martha Corredor y Hernán Porras evaluaron la aplicación y dieron su visto bueno durante el proceso de desarrollo. Así mismo, se les solicitó el favor a otros dos docentes de evaluar el sistema: el doctor Sergio Castillo, profesor de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander, y el Economista de la Universidad Nacional con más de 30 años de experiencia en

[183] Diana Lara y Paola García. Aplicación Turística en Computación Móvil para el Departamento de Santander, UIS, 2005.

docencia universitaria, el señor Vicente Gómez. En estas pruebas se usó el subsistema de la PDA. Los recursos necesarios para la prueba fueron una PDA con Sistema Operativo Palm OS 5.2.1 y SuperWaba 4.21b instalado en la misma.

- *Descripción de la Prueba*: Como objetivo de la prueba a este módulo se tenía verificar el correcto funcionamiento de la interfaz de usuario, así como de su fácil manejo; poder encontrar posibles malfuncionamientos en aspectos como búsqueda/listado de datos, escritura de datos, navegabilidad (enlaces entre ventanas), errores fatales de código en tiempo de ejecución, u alguna otra anomalía inesperada.
- *Procedimiento de la Prueba*: Ejecutar la aplicación en la PDA, ingresar la clave y explorar cada una de las opciones:
    - Cambiar clave y verificar que se haga correctamente.
    - En Asignaturas: crear asignatura (una vez ahí revisar el correcto funcionamiento del calendario, del auxiliar y la definición de las horas por semana), ver el resumen, configurar (una vez ahí hacer y revisar observaciones, crear y editar horarios, editar el auxiliar), alumnos (una vez ahí agregar estudiantes y en los detalles editar correo, participación e interés), asistencia (asignar retardos y fallas sencillas y dobles; y revisar acumulado), contenidos (agregar y modificarlo, agregar y ver las observaciones, probar la transferencia de contenidos y revisar la parcelación), actividad (crear una nueva –revisar su congruencia con los temas-, calificar y crear observaciones en la calificación), editar la asignatura y finalmente crear grupos internos, ver sus detalles, calificarlos y agregarles más alumnos.
    - En Grupos: crear un nuevo grupo, crearle un nuevo proyecto (y sus participantes) y listarlos (y verles sus detalles); agregar horario de atención y agregarle una o varias reuniones, así como agregarle observaciones a las mismas..
- *Resultados de la Prueba*:

- Cuando se va a cambiar la clave por segunda vez, en las cajas de texto aparecen los datos ingresados cuando se hizo el cambio por primera vez. R:/ El error fue corregido.
- En la creación de la asignatura, se debería validar que el Grupo sea conformado por dos caracteres: una letra y un número. Y que la letra no sea mayor de "O", es decir, que sea desde la "A" hasta la "O". R:/ Se siguió la recomendación y fue implementada la validación.
- Se hizo la recomendación por parte de los evaluadores que en el Menú Principal de la aplicación, no se accediera a las ventanas subsiguientes por medio del control de *Radio* (el cual exige seleccionar una opción y posteriormente "Aceptar").
- En el resumen, no está mostrando correctamente el Auxiliar de la asignatura. R:/ Se detectó y corrigió el error.
- La edición de asignatura no funciona bien, ya que cuando se va a editar una asignatura que no es la primera listada, no muestra los datos que debería mostrar. R:/ Se detectó y corrigió el error.
- Cuando se crea el estudiante y cuando se crea el auxiliar (al crear la asignatura), los evaluadores recomendaron que no se pueda editar el código del alumno (siendo que ya lo ingresó), ya que podría tener problemas si lo cambia y ya existiese o algo por el estilo. Así mismo, se recomendó que el código del estudiante no pudiera ser de más de 7 dígitos. R:/ Se siguieron las recomendaciones y se hicieron los cambios respectivos.
- En la parte de Actividades, se pudo ver que no les queda muy claro a los usuarios la funcionalidad de los botones, por lo que se recomendó poner un botón de ayuda. También existió confusión con la valoración del Interés y Participación en los Detalles del Estudiante. R:/ Se siguió la recomendación y se agregaron los botones de ayuda respectivos.
- Al crear una Actividad, estaba para que el nombre de la actividad fuera de al menos 5 caracteres, lo cual no se adapta a la realidad, según dijeron los evaluadores, quienes afirmaron que son comunes nombres como "P1" ó "T2", por lo que se recomendó hacer posibles nombres de dos caracteres. R:/ Se hizo el cambio respectivo siguiendo la recomendación.

- El porcentaje por defecto de las tres actividades iniciales de todas las asignaturas (Participación, Interés y Actitud) es de 100%, lo cual es confuso y erróneo, debido a que sumaría 300%. R:/ Se hizo la corrección y se cambió a 0%.
- Los porcentajes de las diferentes Actividades de una Asignatura determinada pueden sumar más de 100%, por lo que debería hacerse tal validación. R:/ Se hizo la validación.
- Tanto en Calificar Actividad como en Calificar Grupo Interno, es posible ingresar números inválidos (incluso letras) como calificación. Se debe controlar. R:/ Se hizo la corrección.
- Se hizo la recomendación de reordenar el Menú de Asignaturas: no deberían estar todas las opciones en una misma ventana, debido a que hay algunas que sólo se usarán una vez (o al menos no tantas como otras) durante el semestre, además que es un poco incómodo tener siempre que seleccionar la Asignatura para poder hacer alguna acción. Lo ideal sería que se *entrara* a cierta Asignatura, y una vez allí, se puedan hacer las acciones más usuales y de mayor frecuencia. R:/ Se evaluó, aceptó e implementó la recomendación cambiando el Menú de Asignaturas, agregando una ventana más donde están las acciones más frecuentes de una Asignatura seleccionada, de tal forma que no tenga que volverla a seleccionar para realizar las principales acciones.

3.6.3 De validación

Acá el software totalmente ensamblado se prueba como un todo para comprobar si cumple los requisitos funcionales y de rendimiento, facilidad de mantenimiento, recuperación de errores, etc. En estas pruebas se usaron ambos subsistemas, así como el módulo de sincronización. Los recursos necesarios son:

- Una PDA con Sistema Operativo Palm OS 5.2.1 y SuperWaba 4.21b.
- Un PC con Windows XP SP1, Internet Information Services 5.1, Microsoft Internet Explorer 6, HotSync Manager 4, MySQL 4.1.10, MyODBC 3.51.
- Un cable USB como método de sincronización de la PDA.

Por supuesto, es necesario que tanto la aplicación de la PDA y la del PC estén correctamente instaladas y activadas. Para más información, por favor remitirse al ANEXO D. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE. Las personas que amablemente nos colaboraron con las pruebas fueron los Ingenieros de Sistemas egresados de la Universidad Autónoma de Bucaramanga Camilo Ernesto Rodríguez y Katherine Bustamante. Debido a la Metodología escogida (Incremental) la cual implica realimentaciones (incrementos) durante el desarrollo, se determinó hacerle pruebas tan sólo al último incremento (número 3), asumiendo que las Pruebas de Aceptación son idóneas para los incrementos iniciales. Con esto dicho, se realizaron tres pruebas, una por cada componente de la aplicación: PDA, PC y Conduit.

3.6.3.1. Prueba del software de la PDA

- *Descripción de la Prueba*: El mismo de la prueba de Aceptación.
- *Procedimiento de la Prueba*: El mismo de la prueba de Aceptación.
- *Resultados de la Prueba*:
    - Se encontraron errores en las ventanas en las que se implementó un calendario, debido a que lo reconoce en formato AAAA-DD-MM, en cambio del que debería ser AAAA-MM-DD. Respuesta:/ El error fue corregido.
    - En la parte de Grupos, al crear un nuevo proyecto, si se le pone cero (0) como número de integrantes, se produce un error. R:/ El error fue corregido.
    - En la parte de Grupos, se encontraron algunas ventanas emergentes de ayuda que no tienen texto alguno. R:/ El error fue corregido.
    - En la parte de Asignaturas, cuando se crea o se edita un tema, en la validación del número de horas que restan en el semestre para asignar, se muestra en notación decimal, lo cual es un poco incómodo de leer. R:/ El error fue corregido, se puso el número entero.
    - En Asignaturas, en los detalles del estudiante, cuando se edita el correo, la fecha de nacimiento y el acudiente se modifican inesperada y erróneamente. R:/ El error fue corregido.

- En Asignaturas, en los Grupos Internos, es posible agregar el mismo estudiante a un determinado grupo más de una vez. R:/ El error fue corregido.
- Se recibió una felicitación por el trabajo hecho por parte de Camilo Rodríguez.
- Se expresó la dificultad por acostumbrarse al manejo de la PDA. R:/ es normal para la mayoría de las personas acostumbrarse al dispositivo no sólo por su tamaño sino por su forma de interactuar con el usuario (a través del *stylus*).
- Las personas expresaron su opinión respecto a que en las ventanas a veces están las cosas muy ajustadas y sugirieron que se pueda desplazar hacia abajo. R:/ desafortunadamente el lenguaje de desarrollo utilizado no tiene el control apropiado para tal fin. Por esa razón se tuvo que adaptar todo a ventanas de cierto tamaño.

3.6.3.2. Prueba del software del PC

- *Descripción de la Prueba*: Como objetivo de la prueba a este módulo se tenía que verificar el correcto funcionamiento de la interfaz de usuario, así como de su fácil manejo e intuitividad; poder encontrar posibles malfuncionamientos en aspectos como interacción con la base de datos (lectura y escritura de datos), navegabilidad (enlaces entre páginas), errores fatales de código en tiempo de ejecución, u alguna otra anomalía inesperada.
- *Procedimiento de la Prueba*: básicamente los mismos pasos de la prueba del software de la PDA, excepto porque se debe probar la eliminación de registros, opción no disponible en la PDA.
- *Resultados de la Prueba*:
  - En Asignaturas, al eliminar un alumno, se elimina por completo, así esté registrado en otras asignaturas u otros grupos. R:/ El error fue corregido.
  - En Asignaturas, cuando no hay registro alguno, se produce un error de VBScript (ASP). R:/ El error fue corregido.

3.6.3.3 Prueba del Conduit

- *Descripción de la Prueba*: Como objetivo de la prueba a este módulo se tenía verificar el correcto establecimiento de la comunicación entre el PC y la PDA, la correcta sincronización de datos entre el PC y la PDA, y el adecuado funcionamiento de los tipos de sincronización del HotSync Manager.
- *Procedimiento de la Prueba*: Conectar la PDA con el PC, hacer Tap sobre el botón de sincronización de la PDA, esperar que HotSync reconozca el dispositivo y empiece a ejecutar la sincronización; y revisar los datos tanto en la PDA como en el PC.
- *Resultados de la Prueba*:
    - La fecha de nacimiento de los alumnos en el PC no coincide con la suministrada en la PDA. R:/ El error fue corregido.

3.7. DOCUMENTACIÓN

La documentación consiste en describir por escrito tanto a nivel técnico como no técnico los procedimientos relacionados con el programa y su modo de uso. También se debe documentar el programa para que sea más entendible[184]. Es a menudo igual o más importante que el producto en sí.

Es por eso que se decidió hacer un Manual de Usuario, el cual es una descripción detallada sobre cómo el usuario puede utilizar el sistema, qué operaciones puede llevar a cabo, cuáles son los argumentos de la línea de comando, etc.; debería proporcionar toda la información que un usuario del sistema necesita[185].

Se hizo entonces un Manual de Usuario en formato CHM, el cual tiene la ventaja no sólo de tener agrupadas diferentes páginas HTML, sino que se ha convertido en un estándar de ayuda en Win32. Se usó el software *Abee Chm Maker 1.9*, de la empresa AbeeTech.

---

[184] Mail x Mail. Aprende a Programar. www.mailxmail.com/curso/informatica/programacionestructurada

[185] MIT Open Courseware. Curso práctico en Ingeniería de Software, Boletín S7: Cómo documentar un sistema de software. http://mit.ocw.universia.net/6.170/6.170/f01/related-resources/index.html

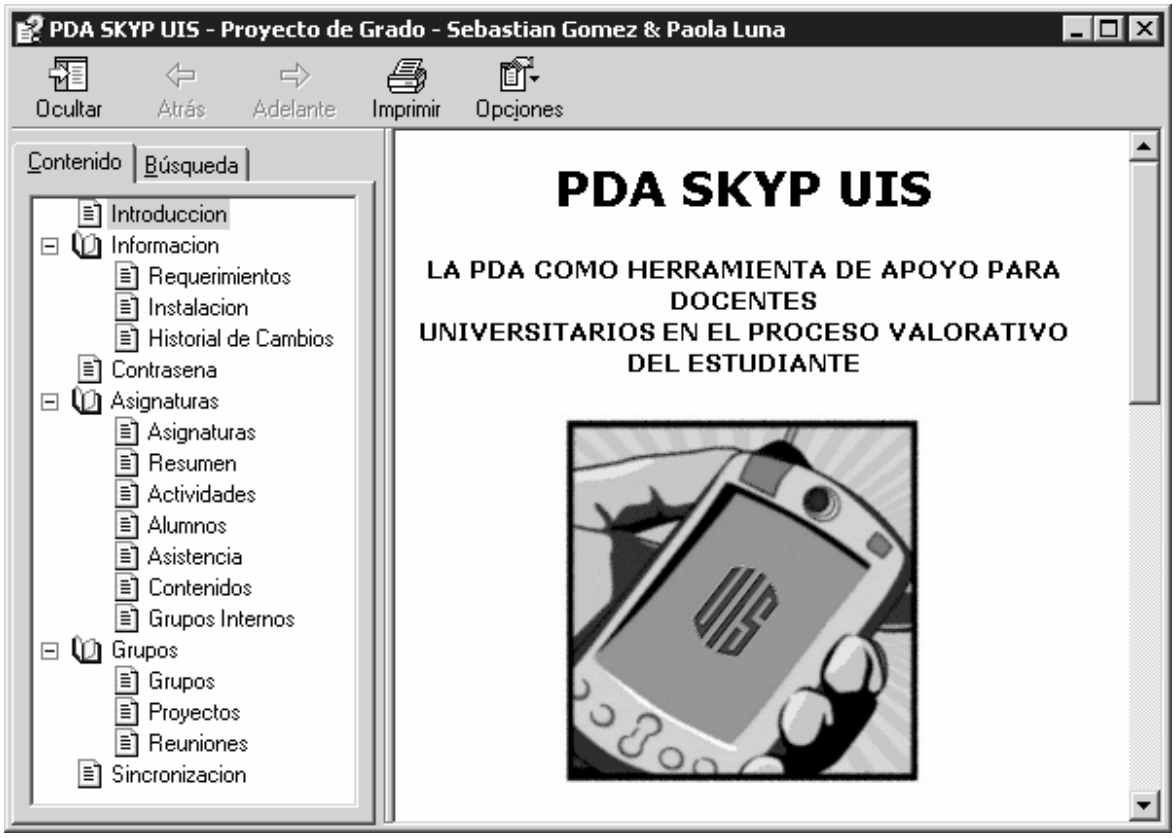


Figura No.74 Manual de Usuario

Etapa 3

Conclusión

4. Verificación Del Cumplimiento De Los Objetivos

La totalidad de los objetivos definidos al inicio del presente libro se cumplieron durante las diferentes etapas y fases establecidas:

Objetivo	Factor de Cumplimiento
Definir la información pertinente que la herramienta gestionará, junto con los diferentes contextos en que ésta se pueda aprovechar.	Tal información se obtuvo y definió en modo de requerimientos, y se analizaron y precisaron según las regulaciones de la Universidad y de las tendencias educativas contemporáneas. Ver 3.2. ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS
Diseñar una arquitectura software que garantice el correcto funcionamiento de la aplicación en el dispositivo móvil.	Según la investigación hecha se definió tal Arquitectura quedando plasmada en 3.3. ARQUITECTURA
Diseñar y desarrollar una aplicación para PC que interactúe con la aplicación en el dispositivo móvil, facilitando así el ingreso de grandes cantidades de datos, además de tener una copia de respaldo de la información.	Se logró desarrollar el Subsistema del PC (integrado por los módulos de Asignaturas y Grupos), quedando documentado en 3.3. ARQUITECTURA, 3.4. DISEÑO DETALLADO y 3.5 IMPLEMENTACIÓN
Diseñar e implementar un medio de sincronización entre la aplicación de la PDA y la aplicación del PC, que permita el intercambio de datos entre ambos dispositivos.	Se desarrolló el módulo de sincronización, quedando plasmado en 3.3. ARQUITECTURA, 3.4. DISEÑO DETALLADO y 3.5 IMPLEMENTACIÓN
Registrar y tener acceso a información detallada del estudiante: información del trabajo en clase –entendiéndose esto como participación, progreso de su aprendizaje en la materia– y aquella que está fuera de la clase –información concerniente a los proyectos de grado o de grupos de investigación, consultas acerca de la materia fuera del salón, ideas espontáneas–.	Se logró por medio del módulo de Asignaturas y el módulo de Grupos, ambos integrantes tanto del Subsistema de la PDA como del Subsistema del PC. 3.4. DISEÑO DETALLADO y 3.5 IMPLEMENTACIÓN
Hacer registro de la asistencia de los estudiantes a las diversas actividades programadas en el desarrollo de una asignatura, mediante el servicio de una lista electrónica de los alumnos.	Se logró por medio del módulo de Asignaturas tanto del Subsistema de la PDA como del Subsistema del PC. 3.4. DISEÑO DETALLADO y 3.5 IMPLEMENTACIÓN
Tener un registro tabulado de las calificaciones de los estudiantes para evitar hacer durante el semestre o interpretar datos (p.e. gráficas de notas del salón, de asistencia, etc).	Se logró por medio del módulo de Asignaturas del Subsistema del PC. 3.4. DISEÑO DETALLADO y 3.5 IMPLEMENTACIÓN
Consultar y modificar el contenido de sus clases (temas del día, actividades, conceptos básicos, contenidos claves, ejemplos explicativos) y preferencias del salón (p.e. metodologías).	Se logró por medio del módulo de Asignaturas tanto del Subsistema de la PDA como del Subsistema del PC. 3.4. DISEÑO DETALLADO y 3.5 IMPLEMENTACIÓN

Tabla 11. Cumplimiento de objetivos

5. CONCLUSIONES

- La computación móvil amplía el espectro de posibilidades de implementación de tecnología aplicada a la docencia no sólo Universitaria, sino de cualquier grado de estudios. Sus principales ventajas son la portabilidad de datos y aplicaciones, ampliando las opciones de los usuarios y solucionando sus necesidades.
- Este tipo de aplicaciones se constituyen en una herramienta de evaluación que facilita la recolección de información para el proceso, lo que favorece su calidad, no sólo por permitir acercamiento a la realidad académica, sino porque facilita una mayor aproximación entre el docente y sus estudiantes. Así, se plantean retos a los docentes para su correcto uso.
- El desarrollo de software para dispositivos móviles genera retos para el desarrollador, con los que antes no tenía que enfrentarse, como por ejemplo el modificar el modelo de datos, influenciado por la limitada capacidad de procesamiento del dispositivo, así como la gran limitante de la ausencia de sentencias SQL, ausencia de índices e integridad referencial en las Bases de Datos de la PDA, inexistencia de pantallas con *scroll* (desplazamiento) vertical, entre otros.
- El desarrollo de este tipo de herramienta favorece el desarrollo de habilidades en el sector de la Computación Móvil, el cual es un tema de gran proyección en un corto plazo, no sólo por el abaratamiento y modernización de hardware y software, sino por el auge en nuestra ciudad de las comunicaciones inalámbricas.
- Teniendo en cuenta la versatilidad de las nuevas tecnologías (específicamente las PDAs) y las enormes posibilidades de mediación pedagógica que brindan, casi las únicas restricciones que se tienen en su implementación son generalmente de orden administrativo o de recursos. Sin embargo, la pregunta no es *qué enseñar* con el apoyo de ellas, sino cómo lograr que el ambiente de aprendizaje tenga calidad pedagógica.

- El ambiente de aprendizaje soportado por una PDA, le exige al profesor gran responsabilidad, disciplina y trabajo para con sus alumnos y consigo mismo. Es importante que los docentes sean conscientes de tales demandas y desarrollen una metodología que se adapte a cada cual, la cual les permita trabajar en armonía con la herramienta.
- Para que la UIS pueda decir que está realmente integrando las tecnologías en su escenario educativo, se requiere que la mayoría de los profesores que imparten enseñanzas en ese escenario conozcan, a título personal, cómo utilizar dichas tecnologías y que su empleo no se reduzca a algún grupo aislado de profesores.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda, para el uso de la herramienta, recopilar para cada uno de los estudiantes, mediante un acceso a las diferentes Bases de Datos de la Universidad, su historial completo del estudiante: cuántas y cuáles materias ha perdido, cuáles y cuántas materias ha cancelado, cuántas veces ha sido premiado por su promedio, nombre de los padres, etc. Esto suministraría un perfil más completo, permitiéndole al profesor hacerse una mejor idea de quién es en realidad el estudiante, además de tener la posibilidad de correlacionar los antecedentes con el presente académico.
- Se recomienda, para una futura implementación, el diseñar e implementar una WLAN a través de todo el campus universitario, que junto con el suministro de PDAs tanto a estudiantes como a profesores, no sólo facilitaría el intercambio de datos (sería inalámbrico), sino que ampliaría drásticamente el espectro de posibilidades de aplicaciones y usos entre usuarios y la universidad, como bien se puede ver en el apartado 1.4 ESTADO DEL ARTE.
- Sería interesante el escalar la aplicación de tal forma que le sirva no sólo a un docente, sino a una gran cantidad de éstos, alimentándose todos, por ejemplo, de un solo servidor de datos.
- Para una máxima velocidad en los tiempos de respuesta de la aplicación, se recomienda para una versión posterior, optimizar los algoritmos de búsqueda y/o comprar la librería CatalogSearch de SuperWaba.
- Dado que el subsistema de la PDA fue desarrollado en SuperWaba, y éste soporta tanto sistema operativo Palm (de Palm Inc.) como Pocket PC (de Microsoft), haría falta un Conduit alterno (el módulo de sincronización desarrollado sólo funciona con Palm) para tener así una aplicación verdaderamente independiente de la plataforma.

BIBLIOGRAFÍA

Se presenta a continuación tanto la bibliografía referenciada (citadas dentro del texto para apoyar, corroborar o contrastar una idea) como la consultada (fuentes documentales consultadas para sustentar el escrito).

Marco Teórico y Metodológico

- Dawson, Christian. El Proyecto fin de Carrera en Ingeniería Informática: una Guía para el Estudiante. Pearson Educación, 1ª Edición en Español. Madrid, 2002.
  Excelente Guía de todos los aspectos del proyecto de grado, desde su concepción hasta su culminación. Tiene un enfoque exclusivamente al proyecto de fin de carrera académico, en vez de cualquier tipo de proyecto; además que es de Ingeniería Informática, y no genérico.
- Gómez Florez, Luis Carlos. Planeación de Proyectos Informáticos. Grupo de investigación en sistemas y tecnología de la información (STI), Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia, 2001. www.gruposti.org
  Soporte importante en el proceso de concepción y 'formalización' de la idea de Trabajo de Grado. Literatura base para la planeación del proyecto y el desarrollo del plan. También se utilizó el anexo de ciclos de vida y metodologías de desarrollo de software.
- Pressman, Roger. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. McGraw Hill, 5ª edición. Madrid, 2002. www.pressman5.com
  Nos brinda información muy importante acerca de los diferentes métodos para desarrollar software, y de conceptos más generales de la Ingeniería del Software, como por ejemplo, todo lo relacionado con el 'proceso' del software.
- León Serrano, Gonzalo. Ingeniería de Sistemas de Software. Serie de monografías de ingeniería de sistemas. Isdefe, 1ª Edición. Madrid, 1996.

www.isdefe.es/webisdefe.nsf/0/A305069F8522F83EC1256DDE004A35A9?OpenDocument

Este libro recoge los aspectos más importantes del desarrollo de sistemas de software. Su mayor utilidad se obtuvo de los capítulos 2 (Modelos de Ciclos de Vida) y 5 (Gestión del desarrollo de software). Fue una gran ayuda en la Metodología y Plan de Trabajo.

- Bravo Santos, Crescencio. Curso Ingeniería del Software, Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, Departamento de Informática, Escuela Superior de Informática de Ciudad Real, Universidad de Castilla - La Mancha. España, 2003. www.inf-cr.uclm.es/www/cbravo/is.htm

  Presenta características de los cada uno de los diferentes modelos de Ciclo de Vida del software y hace una comparación entre ellos, lo cual nos ayudó en la determinación del ciclo de vida a utilizar en el proyecto.

- Fuller, David A., Ph.D. Apuntes de Taller de Ingeniería del Software. Departamento de Ciencia de la Computación, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). 2003.

  fuller.ing.puc.cl/docencia/Taller2003b/index.php

  Acá encontramos información útil para el Plan de Trabajo, mediante el estándar ESA PSS-05-0, desarrollado por el "Board for Software Standarisation and Control" (BSSC), de la European Space Agency (ESA). Este estándar es muy útil porque a diferencia del resto de ciclos de vida, dice cómo hacer las cosas y no se limita a decir qué cosas hay que hacer.

- Aceves, Luis C.. División de Arquitectura, Diseño e Ingeniería; Departamento de Ciencias Computacionales, Universidad de Monterrey. México, 2004. www.udem.edu.mx/academico/profesorado/laceves

  Información relacionada con los ciclos de vida del software, muy útil para seleccionar el ciclo de vida.

- Arizmendi, Francisco y Sanchis, Francisco.

  Asignatura de Proyectos Informáticos. Departamento de la Organización y Estructura de la Información (OEI), Escuela Universitaria de Informática (EUI), Universidad Politécnica de Madrid (UPM). España, 2004. www-oei.eui.upm.es/Asignaturas/PInformaticos/ficheros/transparencias/TEMA_1.pdf

Presenta valiosa información acerca de los Proyectos Informáticos, específicamente nos sirvió el 'enfoque proyecto en la ingeniería del software' y 'el ciclo de vida del software'. De gran ayuda para seleccionar la metodología a desarrollar.

- Jiménez, José A.. Paraguay, 2001. www.geocities.com/Athens/olympus/8740
  Importante información acerca de los ciclos de vida y los enfoques en ingeniería del software.
- Grech, Pablo. Introducción a la Ingeniería. Un enfoque a través del diseño. Pearson Educación de Colombia, 1ª edición. Bogotá, 2001.
  Su utilidad se basa en los capítulos 3, 5 y 8. Aclara y suministra conocimiento acerca del proceso de diseño en ingeniería, la búsqueda apropiada de información, y la correcta definición de un problema.
- Piattini, Calvo-Manzano, Cervera y Fernández. Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión. Alfaomega, 1ª edición. Madrid, 2000.
  Presenta conceptos fundamentales en el desarrollo de Sistemas de Información, pero su utilidad la obtuvimos más que todo del capítulo 6, Análisis de necesidades y estudio de viabilidad y del capítulo 10, Análisis y diseño Orientado al Objeto, así como en el capítulo 8, Diseño Estructurado de Sistemas, se reforzó el concepto de módulo y modularidad, por ejemplo y el capítulo 3, Ciclo de vida del software.
- ESA PSS-05-0 Software Engineering Standard. ESA Board for Software Standardisation and Control (BSSC), European Space Agency. www.ess.co.at/ECOSIM/ESA.txt
  El estándar de desarrollo de software de la Agencia Espacial Europea. Nos ayudó mucho en la parte de Plan de Trabajo, ya que describe detalladamente paso-a-paso los procedimientos a seguir para una correcta planeación y ejecución de un proyecto. Se utilizó especialmente en 4. ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS y 6. ARQUITECTURA.
- Lincker S.R.L. Metodología para la Gestión de Proyectos Informáticos. Buenos Aires, Argentina, 2000. www.lincker.com.ar/tech/lnkmetodologia.pdf
  Documento donde se enumeran los pasos que se deben seguir para un proyecto mediano/grande en la empresa argentina de Soluciones Informáticas Lincker S.R.L. Se sugiere un modelo de cascada con entrega por etapas y se detallan

exhaustivamente todas las fases y etapas del proceso. Nos fue útil en la parte de Plan de Trabajo.

- Reynoso, Carlos Billy. Introducción a la Arquitectura de Software, Universidad De Buenos Aires Versión 1.0, Marzo de 2004.
  www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap_arq/intro.asp
  Artículo que presenta una profunda y clara visión sobre Arquitectura de Software, tema en el cual se encuentra poca literatura. Nos fue útil en la sección 6. ARQUITECTURA.
- Letelier Torres, Patricio. Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación (DSIC), Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España, 2003. www.dsic.upv.es/~uml
  Diapositivas que nos dan un vistazo a UML y cómo se deben tener en cuenta diferentes aspectos en la metodología de desarrollo a seguir. Aunque se centra en el RUP (Rational Unified Process), se aplica a cualquier metodología por lo que nos fue útil para comprender UML y su forma de trabajar.
- Rumbaugh, Jacobson, Booch. The Unified Modeling Reference Manual. Addison-Wesley, First Printing. USA, December 1998.
  Manual de Referencia de los creadores de UML. Completa referencia de todos los conceptos que involucran el desarrollo de software modelado con esta herramienta. Fueron de utilidad las partes "2. UML Concepts" y "3. Reference" para consultar dudas acerca de los diagramas que se hicieron en 6. ARQUITECTURA y durante el resto del proyecto.
- García Molina, Jesús. Tema 1: Introducción a UML. Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia, España, 1999. www.dis.um.es/~jmolina
  Completísimo resumen en más de 200 diapositivas acerca del lenguaje unificado de modelado, incluyendo descripción y ejemplos detallados de cada uno de los diagramas. Fue de mucha utilidad en 3. DESARROLLO DEL SOFTWARE, para entender correctamente la concepción de cada diagrama.
- Ruiz, Francisco. Página de la Asignatura Bases de Datos. Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla La-Mancha. España, Octubre 2000.
  alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/bda/doc/teoria.htm

Diapositivas y documentos de muchísima utilidad para realizar el modelo de datos del sistema, especialmente el diagrama Entidad-Relación en detalle. Muy útil para cualquier persona que quiera reforzar sus conocimientos en diseño y modelamiento de Bases de Datos relacionales.

- González Serna, Gabriel. Ingeniería de Programación II, *Capítulo 4: Diseño Arquitectónico*. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de México. sd-cenidet.com.mx/~gabriel/Capitulo%204.pdf
  Diapositivas acerca de Arquitectura, de donde obtuvimos información del Modelo Repositorio, utilizado en la sección 6.1 VISTA CONCEPTUAL.
- Hurtado Gil, Sandra Victoria. Representación de la arquitectura de software usando UML. Departamento de Sistemas, Universidad Icesi, Cali, Marzo de 2003.
  Introductorio resumen acerca de UML, donde, con un lenguaje fácil de comprender, se dá un vistazo a tal lenguaje de modelado. Útil en 6. ARQUITECTURA.
- Lasso, Adrián. Arquitectura Software. Revista MTJ.NET, Microsoft Developer Network. www.microsoft.com/spanish/msdn/comunidad/mtj.net/voices/art110.asp
  Interesante artículo de MSDN donde se dá un vistazo rápido a lo que es la Arquitectura de Software, y nos quita el mito de las falsas creencias que se tienen de éste concepto.
- Barral, David. Singletons en Java, el patrón instancia única. Diciembre 2002. www.elrincondelprogramador.com/default.asp?pag=articulos/leer.asp&id=45
  Excelente artículo acerca del patrón de programación Singleton, en donde, por medio de una forma clara y fácil de entender, se explica el patrón específicamente aplicado a Java. Se usó para el diseño de las clases en 3.4. DISEÑO DETALLADO.

Marco Descriptivo

- Aguilar, Corredor, Ewert, Fiallo, Porras, Ramón. Aula Virtual: una alternativa en educación superior. UIS, 1ª Edición. Bucaramanga, Colombia, 2003.
  Este libro presenta de manera profunda pero amigable todo el proceso de concepción, justificación y desarrollo de una plataforma de educación virtual, lo cual es análogo en varios sentidos a nuestro proyecto.

- Todo Pocket PC. Portal Web. Hilo de “Aplicación para la educación en dispositivos móviles”. www.todopocketpc.com/foro/forumdisplay.php?f=26
  En este foro y sus numerosos hilos[186] se reúnen las ideas de varias personas de Hispanoamérica acerca de cómo sería una aplicación educativa en dispositivos móviles. Abundantes ideas en la concepción y diseño global.
- EduPalm: Palm O/S PDAs/Handhelds in Education. user.pa.net/~ankney
  Excelente portal de información de foros, software, compras, recursos, ayudas, accesorios, libros, noticias, fabricantes, estudios y artículos, todo acerca de la implementación y uso de los dispositivos móviles en la educación, tanto escolar como universitaria.
- Zwiers, Jeff. Palm Teaching, www.palmsource.com/interests/education_teacher
  Interesante y muy completa página escrita por un profesor que descubrió que manejar la información a través de dispositivos móviles era mucho más fácil, cómodo y eficiente. Incluye software, documentos electrónicos y recursos, historias de casos reales y recursos web (estos últimos son especialmente útiles). De gran ayuda en 1.3 ESTADO DEL ARTE y en ideas para el diseño de la herramienta.
- Beale, Russell y Sharples, Mike. Design Guide for Developers of Educational Software. The British Educational and Communications Technology Agency (BECTA), 2002. www.becta.org.uk/page_documents/support_staff/designguide.pdf
  Aunque es una guía de cómo se debe diseñar una herramienta software educativa (diseño de interfaces, principalmente), tiene una parte muy interesante acerca de los estilos de aprendizaje de los estudiantes. De ahí su utilidad en la justificación del Proyecto.
- Pere Marquès Graells. Las TIC y sus aportaciones a la Sociedad. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España. dewey.uab.es/pmarques/tic.htm
  Artículo español acerca del papel de la las TIC en el mundo actual. Cómo inciden, por qué lo hacen, qué limitaciones tienen, cuáles son los nuevos retos.

[186] “Thread", palabra original en inglés ampliamente usada para, en los foros, referirse a un tema en discusión y sus respectivos mensajes.

Especialmente útil en 1.1 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS y 4.ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.

- Eduteka, Fundación Gabriel Piedrahita U. La Valoración Integral como Fuente de Información. Comentario Editorial, Edición 19(8) Jun 05 al 26/2004
  www.eduteka.org/comenedit.php3?ComEdID=0013
  Nuevamente vemos acá la importancia de la valoración en el proceso de enseñanza. Se utilizó en 1.1 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS y 4.ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.
- Alberta Assessment Consortium. La Valoración en el Salón de Clase. Alberta, Canadá, 2001. www.eduteka.org/tema_mes.php3?TemaID=0014
  Qué es, cómo se hace y por qué es tan importante el valorar en el contexto educativo, son algunas preguntas que nos deja entrever este artículo. De utilidad en 1.1 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS y 4.ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.
- Turrent Rodríguez, Araminda. La Mediación Pedagógica. Universidad de La Salle, México.
  www.ulsa.edu.mx/public_html/publicaciones/onteanqui/b20/mediacion-p.htm
  De utilidad en la sección 1.1 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS, donde se habla de este concepto fundamental en la educación contemporánea.
- Burgos, Fernández, González, Mendoza, Navarro y Niño. La evaluación en el aula y más allá de ella. Ministerio de Educación Nacional, 1997. Páginas 20-21.
  Se utilizó información acerca de las diferencias entre la evaluación tradicional y la nueva evaluación, para la sección 1.1 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS.
- Navas, Luis. Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Facultad de Ingeniería, Departamento de Informática y Telecomunicaciones, Corporación Universitaria Minuto de Dios. Bogota, 2004.
  academia.uniminuto.edu/docentes/modulos/tecnoinfocomun.pdf
  Interesantísimo ensayo acerca de las TIC. Muy completo. Fue de gran utilidad en Actualidad y Tendencias Pedagógicas y en la justificación y definición de requerimientos.

- Ferreiro, Ramón. Los Nuevos Ambientes de Aprendizaje: una Condición Necesaria: La Mediación Pedagógica. Universidad de la Salle, México. www.ulsa.edu.mx/public_html/publicaciones/onteanqui/b10/ambientes.html
- Nieto Estévez, Luddy Patricia. Las TIC y la enseñanza de la Bacteriología y el Laboratorio Clínico. Universidad Industrial de Santander, Noviembre 2003.
  En este 'proyecto de aula' de la especialización en Pedagogía Informática encontramos información útil acerca de qué son las TIC, cuáles son sus ventajas y desventajas y algunos aspectos a tener en cuenta al aplicarlos específicamente en el contexto Universitario.
- CD Memorias XIII Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Universidad Tecnológica de Bolívar. Marzo 30 – Abril 2, 2004.
  De acá obtuvimos información y software de la herramienta "Class Manager" de la Universidad Santiago de Cali, proyecto similar al nuestro.
- Smith, Ted. Personal Digital Assistants (PDAs) in Further and Higher Education, TechLearn – a service of the Technologies Centre.
  www.techlearn.ac.uk/NewDocs/PDABriefing.pdf
  Este informe[187] nos presenta varias experiencias de Universidades, Institutos y Colegios estadounidenses y europeos acerca de la utilización de dispositivos de cómputo móviles en la educación, la gran mayoría de veces, incentivadas por el mismo organismo. Habla de la tecnología usada, los diferentes escenarios presentes, opiniones, ventajas, desventajas, e implicaciones de su uso. Se utilizó principalmente en la concepción del proyecto y en 1.3 ESTADO DEL ARTE.
- Sitios Web acerca de la implementación de la computación móvil en el contexto educativo, tanto escolar como universitario.
  De gran utilidad en la concepción de la herramienta, así como en 1.3 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS PEDAGÓGICAS, 3.3 ARQUITECTURA y 3.1.3 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.
  - www.handheldeducation.com
  - www.pdaed.com
  - www.mpsomaha.org/willow/p5/handhelds
  - www.palm.com/education/studies

[187] "Paper", palabra original en inglés usada por el autor.

- educatorspalm.org
- education.atu.edu/people/sadams/blogger2
- web.simmons.edu/~fox/PDA.html
- www.techdis.ac.uk/PDA
- www.mobilearn.org
- www.eee.bham.ac.uk/mlearn
- www.lsda.org.uk/events/mlearn2003
- www.educause.edu/asp/doclib/subject_docs.asp?Term_ID=554
- www.techlearn.ac.uk
- www.campuscomputing.net
- www.usd.edu/pda
- www.becta.org.uk
- www.pdasupport.com/EducationSites.htm

Marco Tecnológico

- Harkey, Appajodu y Larkin. Wireless Java Programming for Enterprise Applications. John Wiley & Sons, 1st edition. September 13, 2002.
  Guía básica de programación en J2ME para dispositivos móviles, además que presenta un amplio prólogo de la tecnología, tanto dispositivos como infraestructuras. De gran ayuda para entender la arquitectura de la programación 'mobile' y en la parte de 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.
- Wilding-McBride, Daryl. Java Development on PDAs: Building Applications for PocketPC and Palm. Devices. Addison Wesley. June 05, 2003.
  Al igual que el libro anterior, éste trata acerca de J2ME específicamente, pero dado que SuperWaba es más del 90% Java, es de utilidad para mirar ejemplos de código, así como teoría de la programación 'móvil'.
- Millán, Andrés Felipe. Computación Móvil: El desafío de la generación de Ingenieros de Sistemas del nuevo siglo. Programa de Ingeniería de Sistemas y Telemática, Universidad Santiago de Cali. Cali, 2003.
  comba.usaca.edu.co/descargas/Desafio-de-los-Ingenieros.doc
  Este documento propone un modelo de formación para los nuevos ingenieros de sistemas, con el propósito que estos estén capacitados con todas las habilidades y

competencias requeridas para el desarrollo de la Computación Móvil en Colombia y América Latina. Su mayor utilidad fue una sección donde se habla de la ingeniería de software "móvil".

- Rhodes, Neil y McKeehan, Julie. Palm Programming: The Developer's Guide. O'Reilly, Primera Edición. Diciembre, 1998.
  Excelente libro que nos fue útil en el entendimiento y construcción del conduit (Parte III: capítulos del 11 al 14), parte clave del desarrollo de aplicaciones móviles, así como de nuestro proyecto en particular.
- Dornan, Andy. The Esential Guide to Wireless Communications Applications: From Cellular Systems to WAP and M-Commerce. Prentice Hall PTR, 2001.
  Libro que nos sirvió mucho para entender la parte técnica de las comunicaciones inalámbricas, así como los téminos y siglas relacionados con el área.
- CD Memorias XII Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Computación Móvil. Universidad Santiago de Cali. Abril 8-11, 2003.
  De donde la idea misma de este proyecto de grado surgió. Conferencias, ponencias y participaciones de participantes internacionales. En especial nos fue de utilidad la parte de COMBA, el grupo de investigación en computación móvil de la Universidad Santiago de Cali.
- Azara C., Molina I., Sergent G. y Leal J.L.. Computación Móvil. Asignatura de Sistemas de Información, Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1997 www.monografias.com/trabajos5/compumo/compumo.shtml
  Monografía que nos da un vistazo general a la Computación Móvil. De utilidad en 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.
- García de Jalón, Rodríguez, Mingo, Imaz, Brazález, Larzabal, Calleja y García. Aprenda Java como si estuviera en primero. Escuela Superior de Ingenieros Industriales de San Sebastián, Universidad de Navarra, San Sebastián, España. Febrero 2000.
  Guía de Java muy fácil de leer, que desde el comienzo nos aclara conceptos de la programación orientada a objetos. De gran utilidad dado que SuperWaba, como ya se ha dicho, es más de 90% Java.
- Eckel, Bruce. Thinking in Java. Prentice Hall. Estados Unidos, Enero 1998. www.BruceEckel.com

Completísimo libro de Java, altamente recomendado por personas del medio conocedoras de la herramienta. Manual del programador, referencia del lenguaje, ejemplo, etc.

- Sun Microsystems, Inc. The Java Tutorial, A practical guide for programmers. Third Edition. Marzo, 2004. java.sun.com/docs/books/tutorial
  Tutorial Oficial de Java hecho por los creadores del lenguaje. Fue de especial utilidad la sección "Your first cup of Java", donde se explica la filosofía y alcance del lenguaje.
- Ceballos, Francisco Javier. Java 2: Curso de Programación. Alfaomega RA-MA, Primera Edición. México, 2000.
  Excelente libro en castellano acerca de Java 2. Fue de gran utilidad en el manejo de las matrices y como referencia para aclarar conceptos. También nos ayudamos por la gran cantidad de ejemplos que trae con el CD-ROM adjunto.
- news.superwaba.net/pilot.programmer.waba
  news.palmone.com (conduit-dev-forum)
  Grupo de Noticias de Waba y Palm OS Conduit Developers, donde a través de más de 30.000 mensajes, se dan respuesta a numerosas inquietudes y problemas que surgen en el desarrollo de aplicaciones en Waba y SuperWaba, así como del desarrollo de conduits tanto en el CDK como en otras herramientas.
- Páginas web y foros con información útil para problemas de programación de dispositivos móviles, gracias a la experiencia de sus participantes.
  Útiles en todas y cada una de las fases y secciones del proyecto. Especial mención y agradecimiento al grupo e-ACT de la Universidad de Purdue (Estados Unidos) por el software y documentos facilitados.
  - www.mipcdebolsillo.com
  - www.palmr.com/colombia
  - www.pdaexpertos.com
  - www.gentepalm.com
  - www.tecnopalm.com
  - www.compudemano.com
  - shay.ecn.purdue.edu/~eact

ANEXOS

ANEXO A: Formato de Entrevista aplicado a Docentes Universitarios.

1. ¿Qué información general del estudiante le gustaría manejar, a parte de los usuales nombre y código? ¿Por qué?

   __ Edad __ Situación familiar __ Lugar de procedencia

   __ Correo Electrónico __ Perfil (personal) del estudiante

   __ Otro ¿Cuál? _____

   ¿Por qué?_____

2. ¿Encontraría útil identificar las actitudes y comportamientos (tales como la participación y consultas fuera de clase) del estudiante para con su asignatura? ¿Por qué?

   __ Si __No

   ¿Por qué?_____

3. ¿Realiza usted seguimiento (avances) a los trabajos de la asignatura establecidos a los estudiantes? ¿Por qué?

   __ Si __No

   ¿Por qué?_____

4. ¿Toma usted asistencia en clase?

   __ Si __No

   ¿Por qué?_____

   Si es afirmativo, ¿incide ésta de alguna manera en la calificación del estudiante? ¿Por qué?

   __ Si __No

   ¿Por qué?_____

5. ¿Lleva un control estricto sobre los contenidos del programa de su asignatura?
   __ Si __No
   ¿Por qué?_____

6. Cuando tiene un alumno que ya ha cursado una asignatura suya, ¿le interesa conocer el rendimiento del mismo en la(s) anterior(es) asignatura(s)?
   __ Si __No
   ¿Por qué?_____

7. ¿Es importante para usted identificar los estilos de aprendizaje propios de cada grupo?
   __ Si __No
   ¿Por qué?_____

8. ¿Tiene completo conocimiento de las dificultades y progresos de los estudiantes en los proyectos de grado/investigación dirigidos por usted?
   __ Si __No
   ¿Por qué?_____

9. ¿En conclusión, qué criterios tiene usted en cuenta para evaluar el desempeño de sus estudiantes?
   __ Previos/Quices __Trabajos en casa __ Trabajos en clase
   __ Participación __ Asistencia
   __ Consultas fuera del salón de clase __Progreso en la asignatura
   __ Otro ¿Cuál? _____

10. ¿Qué posibles usos le daría usted a un dispositivo móvil como la PDA para el proceso enseñanza-aprendizaje (principalmente en las asignaturas y grupos de investigación)?
    _____

ANEXO B: Direcciones electrónicas para información adicional.

Fabricantes de Dispositivos Móviles

- Acer Inc. www.acer.es
- ViewSonic Corporation. www.viewsonic.com
- Palm Inc™. www.palm.com
- Handspring. www.handspring.com
- AlphaSmart Inc. www.alphasmart.com/languages/spanish
- Garmin Ltd. www.garmin.com
- Symbol Technology Corporate. www.symbol.com
- Sony Corporation. www.sony.com
- Casio Computer Co. world.casio.com/latin
- Fujitsu Siemens Computers. www.fujitsu-siemens.com
- Psion PLC. www.psion.com
- Toshiba Inc. www.toshiba.com
- Kyocera Corporation. global.kyocera.com
- Samsung Electronics. www.samsung.com
- Telefonaktiebolaget LM Ericsson. www.ericsson.com
- Motorola Inc. www.motorola.com
- Nokia Bussiness Group. www.nokia.com
- Hewlett-Packard Development Company, L.P. www.hp.com
- International Business Machines Corporation. www.ibm.com

Especificaciones de Dispositivos Móviles

- PaceBook de AbenTech. www.abentech.com/pacebookab.htm
- Tungsten E de Palm. www.palmone.com/us/products/handhelds/tungsten-e

Herramientas de Desarrollo

- Microsoft Visual Studio.NET msdn.microsoft.com/vstudio
- AppForge Inc. www.appforge.com
- Java 2 Micro Edition. java.sun.com/j2me
- PDA ToolBox. www.pdatoolbox.com

- Super Waba. www.superwaba.com
- Wabasoft Corporation. www.wabasoft.com
- Microsoft eMbedded Visual Tools www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=f663bf48-31ee-4cbe-aac5-0affd5fb27dd&displaylang=en
- MySQL www.mysql.com

Productos Microsoft

- Microsoft® Corporation. www.microsoft.com
- Tablet PC. www.microsoft.com/windowsxp/tabletpc/default.asp
- Microsoft SQL Server 2000 Windows CE Edition: www.microsoft.com/sql/CE/default.asp
- Mobile Controls: msdn.microsoft.com/mobility/prodtechinfo/devtools/asp.netmc/default.aspx

Sistemas Operativos para dispositivos móviles

- Palm OS. www.palmsource.com/palmos www.palmos.com
- Symbian Ltd. www.symbian.com
- Pocket PC: www.microsoft.com/windowsmobile/products/pocketpc/default.mspx
- SmartPhone 2002 www.microsoft.com/windowsmobile/products/smartphone/default.mspx
- HandHeld PC 2000: www.cewindows.net/wce/30/HPC2000info.htm
- Windows CE .NET: msdn.microsoft.com/embedded/ce.net/default.aspx
- Windows Mobile: www.microsoft.com/windowsmobile
- Distribuciones Linux para dispositivos móviles:
    - Familiar familiar.handhelds.org
    - Opie opie.handhelds.org
    - Qtopia www.trolltech.com/products/qtopia
    - Intimate intimate.handhelds.org
    - Pixil embedded.censoft.com
    - LinuxDA www.linuxda.com
    - GPE gpe.handhelds.org
    - Montavista www.mvista.com
    - Melon melon.10art-ni.co.jp

- UCLinux www.uclinux.org
- Mozart www.mozart-oz.org
- LynuxWorks www.lynuxworks.com
- MatchBox handhelds.org/~mallum/matchbox
- Pocket Linux www.handhelds.org/z/wiki/PocketLinux

Software para el manejo de información académica en Dispositivos Móviles

- Suite For Teachers. AdlSoftware, www.adlsoftware.homestead.com/files/tutorial.html
- Princi Palm. Discovery Software© Ltd. www.principalm.com/products
- Teacher's PET. Coffee Pot Software. www.coffeepotsoftware.com
- Lesson Plan. Tapperware Software. www.tapperware.com/LessonPlan
- ThoughtManager for Teachers. HandsHigh Software Inc. www.handshigh.com/html/tmteachers.html
- Participate. www.handshigh.com/html/participate.html
- Aplicación Española Universidad de Navarra. www.rediris.es/rediris/boletin/58-59/ponencia7.html
- Learner Profile To Go. www.learnerprofile.com
- Easy Grade Pro Clipboard. Orbis Software. www.orbissoft.com/feature.html
- MxWeb. Media-X Systems. www.media-x.com/products/mxweb/index.php
- Handango Teacher Suite. www.handango.com/HandangoSpecials.jsp?siteId=307
- Palm Gradebook Assistant y Palm Schedule Viewer. Excelsior Software Inc. www.gradebook.com/solutions/pro_palm.htm
  - Pinnacle www.gradebook.com/solutions/pro_pinn.htm
  - Pinnacle Plus www.gradebook.com/solutions/pro_pinnplus.htm

Universidades Colombianas investigadoras en Computación Móvil

- Universidad Santiago de Cali. www.usaca.edu.co
- Universidad de los Andes. www.uniandes.edu.co
- Universidad de Cundinamarca. www.udecund.edu.co
- Universidad del Cauca. www.ucauca.edu.co
- Universidad Industrial de Santander. www.uis.edu.co

ANEXO C: Instalación y Configuración del ambiente de desarrollo.

NOTA: Se trabajó bajo ambiente Windows (2000 Professional SP4 y XP Professional SP1) y los pasos descritos a continuación asumen que el lector se encuentra en una estación de igual o similares características.

1. Descargar el SDK de SuperWaba.
2. Descargar el SDK de Java.
3. Se debe actualizar el PATH de Windows con las rutas de Java, y el CLASSPATH con las de SuperWaba.
4. Descargar el Simulador de Tungsten E (o el del dispositivo deseado, están disponibles varios modelos de Zire y Tungsten) y el Emulador de Palm OS (POSE).
5. Instalar SuperWaba (en realidad la máquina virtual) en el simulador y emulador.
6. Escoger un IDE apropiado para trabajar. Las 3 principales opciones son: Tauschke MobileCreator, Eclipse y Xinox JCreator (recomendamos el primero).
7. Para simular una sincronización, se necesita configurar adecuadamente el emulador/simulador.

Para información detallada acerca la instalación de SuperWaba, remitirse al documento SuperWaba.pdf, que viene en el SDK. Para POSE, ver UsingPalmOSEmulator.pdf que viene en el archivo zip.

ANEXO D. Instalación y Configuración del Software

Requerimientos de Software:

- Sistema Operativo Palm OS en la PDA, mínimo 2.0, preferiblemente 5.2.1 o superior.
- SuperWaba 4.21b instalado en la PDA.
- MySQL para Windows 4.1.9 o superior.
- Palm Desktop 4.0 o superior con la fecha correctamente configurada.
- Internet Information Services 4 (Personal Web Server) o superior (o algún otro servidor Web con soporte de páginas Active Server Pages - ASP)
- Microsoft Data Access Components 2.8
- Microsoft Internet Explorer 5.01 o superior (o algún otro Browser que soporte JavaScript 1.3)
- MyODBC 3.51 o superior.
- ProFX 2 (componente ASP para las gráficas de datos).

Requerimientos de Hardware:

- Computador que soporte la totalidad de los Requerimientos Software anteriormente descritos. Preferiblemente con Microsoft Windows 98 SE/2000/XP Pro/2003.
- Asistente Personal Digital (PDA).
- Cradle o Cable USB o algún otro método de sincronización.

Procedimiento

1. Instalar Palm Desktop (que incluye HotSync) en el PC y sincronizar la PDA.
2. Instalar la máquina virtual de SuperWaba en la PDA: descargarla de la Web oficial www.superwaba.org/install y seguir las instrucciones que se encuentran en (están en español) www.superwaba.org/install/_instalation_instructions_spanish.txt
3. Instalar el Sistema desarrollado: en la utilidad *Palm Quick Install* que viene con el Palm Desktop, dar Ctrl+O y escoger el archivo con extensión PRC y todos los archivos con extensión PDB. Posteriormente, se requiere realizar el proceso de sincronización para poder instalar los archivos que se acaban de seleccionar.
4. Instalar el Conduit. Ejecutar el archivo .exe que se encuentra en el CD de la aplicación y seguir las instrucciones.

5. Instalar la aplicación del PC:
    a. Instalar MySQL
    b. Cargar la Base de Datos en MySQL. Inicio>Programas>MySQL Server 4.1>MySQL Command Line Client>(contraseña de root)>source C:\xxx\archivo.sql reemplazando xxx por la ruta donde se encuentre el archivo SQL de la Base de Datos del Sistema.
    c. Instalar MyODBC. Ir a Inicio>Panel de Control>Herramientas Administrativas>Fuentes de Datos ODBC>DSN de Sistema>Agregar>MySQL ODBC 3.51 Driver>Finalizar. Una vez allí suministrar los siguientes datos: *Data Source Name:* PDA_SKYP_UIS, *Server*: localhost (o el nombre que tenga el servidor en el equipo), *User:* root (o el usuario que se definió que tuviera acceso a la Base de Datos), *Password:* contraseña del usuario ingresado, *Database:* PDA_SKYP_UIS.
    d. Instalar el servidor Web que se vaya a usar. Recordemos que es imperativo que soporte páginas ASP.
    e. Instalar el Data Access Components. No hay necesidad de instalarlo si se está en un equipo con Windows XP con Service Pack 1 o con Windows 2003. Se puede descargar de www.microsoft.com/data/download.htm
    f. Descomprimir el archivo ZIP con los archivos .asp en la carpeta C:\Inetpub\wwwroot (o donde se haya definido que sea la carpeta de publicación del servidor web) y asegurarse que el usuario (no aplica si es Win 98) *IUSR_nombre_del_equipo* tenga permisos de lectura sobre tal carpeta.
    g. Instalar el ProFX. Descargarlo de codefoundry.netfirms.com (es gratuito), ejecutar el archivo .exe, seguir las instrucciones de instalación y, si es Windows 2000/XP, seguir las instrucciones de instalación “manual” que se encuentran en la página 12 del documento *ProFX+UserGuide.pdf*.
6. Iniciar la aplicación en la PDA, entrar (por defecto no tiene contraseña) y cambiar la contraseña. Sincronizar.
7. Para ejecutar la aplicación del PC se abre un browser (Internet Explorer, por ejemplo), copiar http://localhost/pda_skyp_uis/index.asp (reemplazar localhost por 127.0.0.1 o por el nombre del servidor donde se esté).
8. Para ejecutar el programa en la PDA, simplemente buscar el ícono de la UIS del programa llamado PDA_SKYP_UIS.